

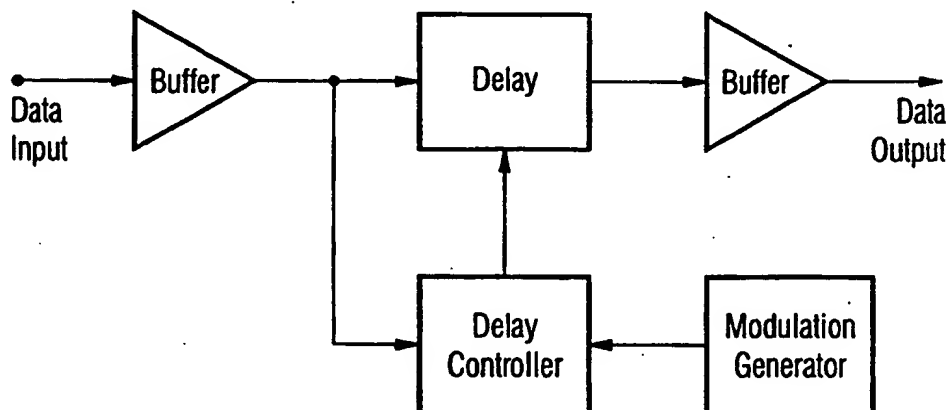
PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H04B 15/04</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/35769</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. Juli 1999 (15.07.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03811</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 31. Dezember 1998 (31.12.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 58 256.7 31. Dezember 1997 (31.12.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH [DE/DE]; Am Hardtanger 10, D-82256 Fürstenfeldbruck (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LOHR, Georg [DE/DE]; Allinger Strasse 75, D-82223 Eichenau (DE).</p> <p>(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: DEVICE FOR TRANSMITTING SIGNALS WITH LOW-INTERFERENCE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR STÖRARMEN SIGNALÜBERTRAGUNG



(57) Abstract

Digital signal transmission devices usually have a marked broad-band noise spectrum which makes it very difficult to respect current EMV (electromagnetic vulnerability) standards. The measures which are available for improving EMV characteristics also influence the quality of transmission and immunity to interference. According to the inventive methods, the carrier signal or output signal of the transmitter is modulated so that the narrow spectral lines are broadened and the spectral power density is reduced.

(57) Zusammenfassung

Digitale Signalübertragungseinrichtungen besitzen meist ein ausgeprägtes, breitbandiges Störspektrum, welches die Einhaltung der derzeit geltenden EMV-Normen stark erschwert. Vorhandene Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften beeinflussen die Übertragungsqualität und die Störsicherheit. Durch die erfindungsgemäße Verfahren wird das Trägersignal bzw. Ausgangssignal des Senders moduliert, so daß eine Aufweitung der schmalen Spektrallinien und eine Absenkung der spektralen Leistungsdichte erfolgt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Vorrichtung zur störarmen Signalübertragung

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Anordnung bzw. ein Verfahren zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Datenverbindungen und insbesondere von digitalen Datenverbindungen.

Stand der Technik

Die Anwendungsgebiete von digitalen Datenverbindungen erweitern sich kontinuierlich. Die digitale Signalübertragung weist in den meisten Fällen gegenüber der analogen Signalübertragung signifikante Vorteile auf. Die Kosten für Hochgeschwindigkeitsdatenkanäle verringern sich mit der Entwicklung von neuen Übertragungstechniken. Die Einzelkanalbandbreite wurde sehr kostengünstig, so daß das Multiplexen von mehreren Niedriggeschwindigkeitssignalleitungen in eine einzelne Hochgeschwindigkeitssignalleitung häufig die ökonomischste Lösung ist. Dies wurde insbesondere bei Hochgeschwindigkeitsdrehverbindern verwirklicht.

Die klassische Lösung zur Übertragung von großen Datenvolumina von sich drehenden zu stationären Teilen war die parallele Verwendung einer großen Anzahl von Schleifringwegen. Dies führte zu einer massiven Bauweise mit sehr hohem Gewicht und hohen Kosten. Mechanische Schleifringe eignen sich besonders zur Energieübertragung, aber für die Übertragung großer Datenmengen weisen sie einige signifikante Nachteile wie Bandbreitenbegrenzung, Kontaktrauschen und Ausfälle auf.

Infolge der großen Anzahl von Wegen mit einer Datenübertragungskapazität nahe an den physikalischen Grenzen der kontaktierenden Schleifringwege waren Lebensdauer und Instandhaltung ein Hauptanliegen. Die neuen kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsverbindungen überwinden alle diese Probleme und ermöglichen instandhaltungsfreie Lebensdauern mit höchster Übertragungsqualität und beinahe unbegrenzter Bandbreite.

Ein sehr wichtiger Aspekt nicht nur bei der Anwendung von kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsverbindungen, sondern von jeder elektronischen Vorrichtung ist die elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Emissionen bzw. Aussendungen sind am meisten bei drahtbasierenden Verbindungen und nicht abgeschirmten Drehverbindern kritisch, aber selbst Sender, Empfänger und Verstärker bei auf Glasfaser basierenden Verbindungen können elektromagnetische Felder aussenden.

Darstellung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird beschrieben wie die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) insbesondere von Hochgeschwindigkeitsdatenverbindungen von den gesendeten Signalen abhängt und wie diese Signale in einer derartigen Weise abgeändert werden können, so daß die elektromagnetischen Emissionen minimiert werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren ist ebenfalls für die Anwendung von kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsdatenverbindungen insbesondere bei sehr großen offenen Einheiten wesentlich, wie die, welche für Computertomographen (CT-Abtasteinrichtungen) entworfen wurden.

Die Übertragung von beliebigen Signalen und insbesondere digitaler Signale erfolgt dem Stand der Technik entsprechend im Basisband oder moduliert, überwiegend in Form von mehr oder weniger steilflankigen,

rechteckförmigen Signalfolgen. Diese Signalfolgen haben in Abhängigkeit der jeweiligen Codierung ein ausgeprägtes, breites Linienspektrum. Dieses Spektrum kann bereits bei geschlossenen oder geschirmten Systemen, aber insbesondere bei offenen Systemen wie Drehübertragern, zu Störstrahlungen führen, welche über die in den gängigen EMV-Normen festgesetzten Grenzwerte hinausgehen können. Besonders problematisch sind hier kontaktlose, offene Übertragungssysteme, wie sie z.B. auch zur linearen Übertragung oder zur Drehübertragung angewendet werden. Explizit betroffen hiervon sind auch Leckleitungssysteme.

Zur Verringerung des Störpegels sind verschiedene Maßnahmen bekannt. So kann durch eine Tiefpaß- oder auch Bandpaßfilterung der übertragene Frequenzbereich eingeschränkt werden. Häufig ist dieses aber gerade bei breitbandigen Übertragungssystemen, wie z.B. einer Übertragung mit 200 MBaud, nur schwer möglich. So wird bei einer 200 MBaud-Strecke mindestens eine Bandbreite von 140 MHz benötigt. Eine weitere Maßnahme ist die Verringerung des übertragenen Signalpegels. Diese führt aber zu einem schlechteren Signal-Rauschabstand und damit auch bei digitalen Systemen zu einer Verschlechterung der Bitfehlerrate. Mit den dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen ist es nur schwer möglich, die EMV-Eigenschaften einer solchen Übertragungsstrecke zu verbessern, ohne die Übertragungseigenschaften selbst zu beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine digitale Übertragungsstrecke, insbesondere kontaktlose Drehübertragungsstrecke, derart zu gestalten, daß die abgestrahlten Störpegel im Sinne der derzeit gültigen EMV-Normen verringert werden, ohne die Übertragungsqualität entsprechend zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 angegebenen Mitteln gelöst. Erfindungsgemäß wird durch eine Modulation des Übertragungsstaktes das übertragene Linienspektrum des Signals so verbreitert, daß die

Lücken zwischen den einzelnen Spektrallinien aufgefüllt werden und somit die mittlere spektrale Leistungsdichte verringert wird. Eine erfindungsgemäße Anordnung besteht aus einem dem Stand der Technik entsprechenden Sender, welcher einen Taktgenerator enthält sowie einer zusätzlichen Modulationseinheit, welche den Sender bzw. dessen Taktgenerator oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke derart ansteuert, daß das Spektrum verbreitert wird. Eine derartige Ansteuerung kann z.B. eine Phasen- oder auch Frequenzmodulation sein. Möglich sind aber auch Amplituden oder andere Modulationsverfahren. Weiterhin ist eine zusätzliche Steuereinheit vorhanden, die der Modulationseinheit das Modulationssignal liefert.

Dabei grenzt sich die Erfindung eindeutig von einer nach dem Stand der Technik bekannten Modulation zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften einer integrierten Schaltung nach einer Veröffentlichung der Fa. IC Works, 3725 North First Street, San Jose, CA USA vom März 1997 mit dem Titel „SPREAD SPECTRUM CLOCK GENERATOR“ ab. Die Veröffentlichung bezieht sich auf die Verbesserung der EMV-Eigenschaften bei Rechnerplatinen und nicht bei Übertragungsstrecken.

Einfluß einer spektralen Aufspreizung auf EMV-Eigenschaften

Der allgemeine Begriff Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist sehr schwer zu definieren. Es wird auf den sehr allgemeinen Standard CISPR 11 Bezug genommen. Dieser Standard definiert Grenzwerte für die maximale Emission von elektromagnetischer Energie und gibt die geeigneten Meßverfahren an. Dieser Standard bestimmt eine Messung für ausgestrahlte Emissionen in dem Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz. Die ausgestrahlte Leistung wird in Schritten von 120 kHz mit einer Bandbreite von 120kHz gemessen. Bei der Anwendung einer spektralen Aufspreizungstechnik ist es nicht unbedingt notwendig, ein gleichmäßig verteiltes Breitbandspektrum aufzuweisen; es ist nur notwendig darauf zu achten, daß jeder 120 kHz-Bereich dieselbe Energie zugeführt bekommt. Dies kann durch ein Breitbandsignal oder einen einzelne Schmalbandspitze in diesem Bereich erreicht werden. Für die meisten

Anwendungen ist das Aufspreizen dieses Spektrums in Linien mit einem Abstand von 120 kHz oder mit einem Sicherheitsabstand 100 kHz voneinander die kostengünstigste Lösung. Weiteres Spreizen dieses Spektrums erfordert die Einführung sehr niedriger Frequenzveränderungen in dem Datenstrom. Bei einigen Anwendungen treten diese Veränderungen natürlicherweise auf, z.B. wenn „Echtdaten“ wie Videosignale übertragen werden. Aber es sollte Sorge dafür getragen werden, daß in Extremsituationen, wenn z.B. das Videosignal ausgeschaltet ist und nur digitale Nullen übertragen werden, das Spektrum breit genug gespreizt wird, um die EMV-Vorschriften zu erfüllen.

Bei der Verwendung von Hochgeschwindigkeitsdigitaldatenverbindungen muß beträchtliche Vorsorge getroffen werden, um die Erfordernisse der internationalen EMV-Regelungen zu erfüllen. Mit Datenraten von einigen Hundert bis zu mehreren Tausend MBaud liegt die Grundfrequenz in dem Bereich allgemeiner Übertragungs-, Radio- und Fernseh-Bändern. Zur allgemeinen Verringerung von Interferenzen ist es besser die Informationen mit einem Breitbandsignal mit gleichmäßig verteilter niedriger spektraler Leistungsdichte zu übertragen, anstatt daß die Informationen einige diskrete Spektrallinien mit großer Leistung aufweisen.

Die Erfindung beschreibt wie allgemein verwendete digitale Datenverbindungen in einer derartigen Weise abgeändert werden können, daß das Spektrum signifikant aufgespreizt wird.

Es bestehen zwei sich ergänzende Verfahren, um dies zu erreichen. Das erste Verfahren ist die geeignete Codierung des digitalen Signals. Das weitere Verfahren ist eine Art von Frequenzmodulation. Diese Frequenzmodulation kann überall in der Verbindung ausgeführt werden, ohne daß Sender oder Empfänger beeinflusst werden.

Erfindungsgemäß wird die herkömmliche Datencodierung zur Optimierung der EMV-Eigenschaften der Verbindung vorteilhaft weitergeführt.

Aufspreizen des Trägersignals (Datentaktsignals) des Senders.

Im Sender kann der Datenzeitverlauf einfach durch Steuerung des Senderträgersignals gesteuert werden. Dies erfordert direkten Zugriff auf das Senderträgersignal. Eine herkömmliche Lösung ist das Ersetzen der Standardquarzoszillatoreinheit durch einen neumodulierten Oszillator in derselben Einheit.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Modulationseinheit derart gestaltet, daß sie die Taktfrequenz des Taktgenerators des Senders entsprechend den Modulationssignalen der Steuereinheit frequenzmoduliert. Eine solche Ausgestaltung ist technisch besonders einfach möglich, indem im frequenzbestimmenden Element des Taktgenerators ein VCO angeordnet wird, welcher in Abhängigkeit von der an ihm anliegenden Steuerspannung die Frequenz des Taktgenerators verändert. Die Steuerspannung dieses VCO wird durch die Steuereinheit vorgegeben. Liefert die Steuereinheit nun ein niederfrequentes Signal, so ändert sich im Takte dieses Signals ebenso die Frequenz des Taktgenerators des Senders, sie wird damit frequenzmoduliert.

Frequenzmodulation

Frequenzmodulation ist der direkte Weg zur Aufspreizung des Spektrums. Serielle Standardübertragungsstrecken wie TAXIchip® oder Hot-Link® tolerieren eine statische Taktfrequenzabweichung von $\pm 0.1\%$. Um die Grenzen für Quarzoszillatortoleranzen einzuhalten, sollte die maximale Frequenzänderung weniger als 10^{-4} sein. Da wie vorstehend beschrieben eine Spreizung von Spektrallinien unterhalb 100 kHz keinen Vorteil bringt, ist die minimale Datenrate f_{Dmin} für langsame Frequenzhübe

$$f_{DMin} = \frac{100kHz}{10^{-4}} = 1GHz \quad (6)$$

aus der Formel

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{n_{Frame}} \quad (3)$$

wobei n_{Frame} die Anzahl von Bits in Datenblöcken, f_{Date} die Datentaktfrequenz und f_{Min} die untere Frequenzgrenze ist.

Dies zeigt, daß langsame Frequenzhübe bei Datenraten unterhalb 1Gbaud keine Verbesserung bringen.

Phasenmodulation

Phasenmodulation wird einfach durch Einfügen einer gesteuerten elektrischen Verzögerung in das Trägersignal (bzw. Taktsignal) erzielt. Eine niedrige Frequenz- bzw. Phasenmodulation kann durch den Empfänger PLL nachgesteuert werden, erzeugt aber keine signifikante Spreizung des Spektrums. Eine sehr hohe Frequenzphasenmodulation hat die erwünschte Wirkung auf das Spektrum, verhält sich aber wie eine zusätzliche Synchronisationsstörung des Empfängereingangs.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Modulationseinheit hinter den signalverarbeitenden und modulierenden Stufen des Senders angeordnet, so daß sie das Ausgangssignal des Senders direkt modulieren kann.

Modulation des Datenstroms

Erfindungsgemäß kann das Spektrum auch durch Modulation des Senderausgangssignals (bzw. des Datenstroms) aufgespreizt werden. Die Modulation oder Modifizierung des Senderausgangssignals (bzw. des

Datenstroms) selber weist einen großen Vorteil gegenüber der Modifizierung des Senderträgersignals (bzw. Senderdatentakstsignals) auf. Es ist keine Modifizierung im Sender selber notwendig. Das Senderausgangssignal (bzw. der Datenstrom) kann überall auf der Übertragungsstrecke modifiziert werden. So bedarf dieses System keiner Veränderung des Designs des Senders, wodurch Entwicklungskosten niedrig gehalten werden und eine nahtlose Integration in vorhandene Designs ermöglicht wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält der Sender eine durch den Steuergenerator steuerbare Verzögerungsschaltung, welche einzelne Pulse oder auch nur Signalfanken des Ausgangssignals, proportional zu einer vom Steuergenerator vorgegebenen niedrigen Modulationsfrequenz, verzögert. Im Sinne der Erfindung wird unter dem Begriff Sender die Zusammenfassung aller Einheiten verstanden, welche Daten, Signale bzw. Takte derart aufbereiten und zusammenfassen, daß sie über die Übertragungsstrecke selbst übertragen werden können. Im Sinne der Erfindung spielt es keine Rolle, ob diese Verzögerung im Taktgenerator des Senders oder in einer späteren Stufe oder erst in einer Treiberschaltung für die Übertragungsstrecke erfolgt.

Phasenschiebeverfahren

Der beste Weg zur Modifizierung eines vorhandenen Datenstroms ohne Beeinflussung des Datensenders ist also eine gesteuerte Verzögerung einzuführen. Der Datenstrom wird einer Verzögerungssteuereinrichtung zugeführt, die den Datenstrom analysiert und ein Steuersignal V_P für die gesteuerte Verzögerungsschaltung erzeugt. Diese Schaltung verzögert den Datenstrom für eine durch V_P gegebene Zeit. Eine beinahe statische Verzögerung, die durch eine niedrige Frequenz moduliert wurde, entspricht einer Phasenmodulation. Diese Art der Phasenmodulation hat nur eine geringe Wirkung auf die Breite des Spektrums. Bei einer Phasenmodulation ist die Breite des Spektrums von der Modulationsfrequenz weitgehend unabhängig. Deshalb muß zur Aufspreizung des Spektrums der Modulationswinkel erhöht werden. Eine höhere Modula-

tion erfordert spezielle Schaltungen mit Speicherelementen und diese kann durch einfache Verzögerungselemente nicht mehr verwirklicht werden. Vorteilhafter ist eine Art von Frequenzmodulation. Frequenzmodulation ist ein Spezialfall der Phasenmodulation mit über die Zeit integrierten Phasenwinkeln.

Weiterhin kann die Phasenverschiebung vorteilhaft durch ein Taktregenerierungsverfahren vorgenommen werden.

Zusätzlich kann vorteilhaft zu der Modulation durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung befindet sich im Empfänger eine Steuereinheit, welche den Taktgenerator des Empfängers synchron zur Modulation des Senders steuert. Diese Synchronisation kann wahlweise über ein für Sende- und Empfangsseite gemeinsam verfügbares Signal, wie z.B. die Netzfrequenz, erfolgen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung befindet sich im Empfänger eine Steuereinheit, welche im Falle der Modulation der Frequenz des Taktgenerators des Senders den Taktgenerator des Empfängers synchron zu dieser Modulation steuert, so daß das Empfangssignal im Empfänger unmoduliert weiterverarbeitet werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird parallel zur Übertragungsstrecke zwischen Sender- und Empfängerseite ein zusätzliches Signal zur Steuerung der Modulation übertragen. Durch dieses zusätzliche Signal kann nun im Empfänger eine Demodulation erfolgen, welche zur Modulation im Sender synchron ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Zur Erläuterung der Erfindung sind noch Figuren angefügt. Diese zeigen:

- Fig. 1 erfindungsgemäße Anordnung,
- Fig. 2 Störspektrum einer typischen Übertragungsstrecke mit 190 MBaud im Basisband,
- Fig. 3 Störspektrum der Übertragungsstrecke aus Fig.2 mit einer Frequenzmodulation des Taktgenerators,
- Fig. 4 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signal (obere Kurve) und ein Bittakt-signal (untere Kurve),
- Fig. 5 das Spektrum von 0 bis 1 GHz eines 200 MBaud 1010-PCM-Signals,
- Fig. 6 ein 200 Mbaud PCM-Signal mit 10000100-Muster (obere Kurve) und Bittakt-signal (untere Kurve),
- Fig. 7 das Spektrum von 0 bis 1 GHz eines 200 MBaud PCM-Signals (10000100),
- Fig. 8 das Spektrum eines normalen 200 Mbaud PCM-Signals (schmale Kurve) und eines 200 Mbaud PCM-Signals mit frequenzmoduliertem Bittakt-signal (breite Kurve) bei einer angezeigten Mittenfrequenz von 100 MHz und Abstand von 10 MHz,
- Fig. 9 das 200 Mbaud PCM-Signal von Fig. 8 (obere Kurve) mit frequenzmoduliertem Bittakt-signal (unter Kurve),

- Fig. 10 ein 200 Mbaud PCM-PN7-Spektrum (Pseudorauschen mit 128 Bit Musterlänge) mit Spitzenamplitude von -36 dBm und Linienbeabstandung von $1,56$ MHz,
- Fig. 11 ein 200 Mbaud PCM-PN15-Spektrum (Pseudorauschen mit 32768 Bit Musterlänge) mit Amplitude von -60 dBm und Linienbeabstandung von $6,1$ KHz,
- Fig. 12 ein 200 Mbaud-PCM-PN17-Spektrum (Pseudorauschen mit 131072 Bit Musterlänge) mit Amplitude bei -54 dBm und Linienbeabstandung von $1,5$ KHz,
- Fig. 13 eine Zufallskodierung (obere drei Kurven) und Dekodierung (untere drei Kurven), wobei das Kodieren durch eine Exklusiv-Oder-Verknüpfung der Daten mit einer Pseudoranschfolge erfolgt,
- Fig. 14 eine gesteuerte Phasenschiebeeinrichtung,
- Fig. 15 eine 200 Mbaud PCM-Grundfrequenz bei 100 MHz (schmale Spitze) und das Spektrum eines phasenmodulierten Signals mit $6,28$ rad bei 10 KHz (breitere Spitze),
- Fig. 16 eine 200 Mbaud PCM-Grundfrequenz bei 100 MHz (schmale Spitze) und ein Spektrum eines frequenzmodulierten Signals mit 1 MHz (breite Spitze),
- Fig. 17 ein einfaches frequenzmoduliertes Signal,
- Fig. 18 ein verdoppeltes Spektrum,
- Fig. 19 ein FM-gespreiztes Spektrum bei niedrigem Frequenzhub,

Fig. 20 ein FM-PCM-Signal (obere Kurve) und ein Bittaktsignal (untere Kurve) mit niedrigem Frequenzhub,

Fig. 21 eine Modulation mittels Taktregenerierung,

Fig. 22 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum von 0 bis 1 GHz,

Fig. 23 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit 8B/10B-Kodierung von 0 bis 1 GHz,

Fig. 24 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit 8B/10B-Kodierung und FM von 0 bis 1 GHz, und

Fig. 25 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit Pseudorandschiffkodierung von 0 bis 1 GHz.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung bestehend aus einem Sender (1), welcher über die Übertragungsstrecke (2) mit dem Empfänger (3) verbunden ist. Der Sender (1) enthält einen Modulator (4) und wird über die Steuereinheit (5) gesteuert. Durch diese Steuereinheit wird nun das Modulationssignal zur Modulation des Signals des Senders bzw. der Frequenz des Taktgenerators derart erzeugt, daß das Spektrum des Ausgangssignals, welches über den Datenkanal (2) übertragen wird, verbreitert wird. Für den Stand der Technik entsprechende Empfängerschaltungen ist eine geringfügige Modulation, insbesondere eine Frequenzmodulation des Sendersignals kein Problem. Die Änderung der Frequenz, insbesondere bei einer niedrigen Modulationsfrequenz, wird problemlos durch die zur Daten- und Taktrekonstruktion im Empfänger vorhandene PLL ausgeglichen.

Fig. 2 zeigt das in einer Absorberhalle gemessene Spektrum, welches von einem dem Stand der Technik entsprechenden Sender über die Datenstrecke (2) abgestrahlt wird.

Fig. 3 zeigt das Spektrum einer erfindungsgemäßen Anordnung, wobei durch den Steuergenerator das Signal des Senders mit einem Frequenzhub von 2 MHz moduliert wird. Dadurch fallen auch spektrale Anteile in die Lücken zwischen den Spektrallinien. Bei einer gleichen Ausgangssignalamplitude wird die Leistungsdichte bei den einzelnen Frequenzen dadurch verringert. Die Verringerung der maximalen Amplitude liegt bei etwa 16 dB.

Frequenzspektrum digitaler Signale

Wie bei beinahe jeder digitalen Datenverbindung ist der Datenstrom im PCM-Format, was bedeutet, daß nur zwei digitale Pegel, nämlich null und eins vorliegen. Die Informationen sind in dem Vorhandensein von Nullen und Einsen in bestimmten Zeitfenstern enthalten. Für ein Signal mit abwechselnden Nullen und Einsen entspricht die Wellenform einer symmetrischen Rechteckwelle (Fig. 4) mit einer Frequenz, die der Hälfte der Bittaktrate entspricht.

Ein derartiges Signal weist das hinreichend bekannte Spektrum auf, welches in Fig. 5 dargestellt ist.

Es zeigen sich nur ungerade harmonische mit linear sinkender Amplitude. Gerade harmonische treten nur auf, falls das Signal unsymmetrisch ist. Weist das Signal andere Muster mit größeren Zeitintervallen von Nullen und Einsen wie das Signal in Fig. 6 auf, dann erscheinen in dem Spektrum Seitenbänder mit Offsets von mehrfachen der Frequenzkomponenten dieser längeren Zeitintervalle. Dies führt von einem einfachen Nadelspektrum zu einem mehrdiversifiziertem Spektrum wie es in Fig. 7 dargestellt ist.

Liegen viele unterschiedliche Muster wie in unterschiedlichen Kombinationen vor wird das Spektrum mehr und mehr diversifiziert. Für die meisten digitalen Signale ist die durchschnittliche elektrische Leistung der Daten konstant. Bei einer Messung über einem längeren Zeitintervall sind die Anzahlen von Nullen und Einsen annähernd gleich. So ist die durchschnittliche Leistung P_{Mean} eines zufälligen binären Signals die mittlere Leistung von null P_0 und von eins P_1 .

$$P_{\text{Mean}} = \frac{1}{2} \cdot (P_0 + P_1) \quad (1)$$

Bei einer spektralen Darstellung der Summe aller Amplituden \bar{A}_i der spektralen Linien muß diese deshalb gleich diesem Wert sein:

$$P_{\text{Mean}} = \sum_i \bar{A}_i \quad (2)$$

Verringerung der spektralen Leistungsdichte

Bei unserem ersten Beispiel (Fig. 4) mit einem Muster 1010 liegen hohe Energiepegel an der Basisfrequenz des Signals und deren Harmonischen vor. Falls das Signal zu zusätzlichen Frequenzen gespreizt wird, muß dann die Energie der einzelnen Spektrallinien sinken, da die Gesamtenergie konstant ist. So führt theoretisch das unbegrenzte Aufspreizen der Bandbreite zu unbegrenzt niedrigen Energiedichten. In der Praxis gibt es jedoch einige Begrenzungen.

Obwohl Bandbreiten nicht sehr teuer sind, so sind es unbegrenzte Bandbreiten. So verwendet ein guter Entwurf einer Datenverbindung nicht viel mehr Bandbreite als für die Übertragung der Informationen erforderlich. Aber selbst das Auffüllen der Lücken zwischen den Spektrallinien würde eine erhebliche Verbesserung bringen. Zur Optimierung

einer Datenverbindung sollte die Codierung und das Formen eines Signals derart sein, daß keine zusätzliche Bandbreite erforderlich ist und daß anstelle von einzelnen Spektrallinien ein konstantes Leistungsspektrum mit frequenzunabhängigen Leistungsdichten vorliegt. Fig. 8 zeigt ein typisches Nadelspektrum eines 1010 Signals und mit der zweiten Kurve das Spektrum desselben Signals, das für eine breitere Bandbreite mit einer 2 MHz-Frequenzmodulation (FM) abgeändert wurde. In Figur 9 sind dasselbe Signal und dessen Taktsignal in dem Zeitfenster eines Oszilloskops angezeigt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Signalen.

Dies zeigt, daß die EMV-Eigenschaften einer digitalen Verbindung durch leichte Abänderung des Signals signifikant verbessert werden können. Es werden unterschiedliche Verfahren zur Spreizung des Spektrums nachstehend beschrieben.

Allgemeine Datencodierungsschemata

Gewöhnlich werden Daten in Blöcken gepackt, die einen zusätzlichen Block und Fehlerüberprüfungsbits enthalten. Diese zusätzlichen Bits sind ebenfalls zur Synchronisation des Datenempfängers zu dem Sender notwendig. Häufig wird eine bestimmte Codierung wie 8B/10B zur Ausführung dieser Aufgaben verwendet. Auf diese Weise würde ein extrem langer Datenstrom bestehend nur aus Nullen und Einsen niemals auftreten. Typische Blöcke die Synchronisations- und Fehlerkorrekturbits aufweisen, haben Größen n_{Frame} von etwa 10 bis 20 Bits. Dies ergibt eine niedrigere Frequenzbegrenzung und eine Beabstandung der Spektrallinien mit der Blockwiederholungsrate, selbst falls die Daten nur Nullen oder Einsen enthalten. Mit einer Datentaktrate f_{Data} ist die untere Frequenzbegrenzung f_{Min} und die minimale Beabstandung der Spektrallinien gleich:

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{n_{Frame}} \quad (3).$$

Zusätzlich werden die Daten gewöhnlich codiert, um gleichstromfrei zu sein, und zur Erhöhung der Redundanz für eine einfache Fehlererfassung. Sowohl eine Datenverpackung als auch eine Codierung ermöglichen die Aufspreizung des Spektrums. Eine kleine Packungsdichte bewirkt eine relativ hohe Packungswiederholungsrate und deshalb eine mäßige Spektrumsspreizung. Beispielsweise ergibt ein 10-Bit-Block bei einer Datentaktsignalrate von 200 MHz eine spektrale Linienbeabstandung von:

$$f_{Min} = \frac{200MHz}{10} = 20MHz \quad (4).$$

Dies bedeutet, daß in dem Spektrum nicht nur spektrale Linien bei 100 MHz, 300 MHz, 500 MHz, usw. sondern zusätzlich Linien erscheinen, die bei 20 MHz beabstandet sind. Dies ergibt fünfmal mehr Spektrallinien mit einem durchschnittlichen Absinken in der Leistung von 7 dB. Solch eine Codierung allein ist für eine wirksame EMV-Verbesserung nicht ausreichend genug.

Pseudozufallsmuster

Ein Datenstrom mit einer Zufallsfolge von Nullen und Einsen ergibt eine sehr gleichmäßige spektrale Verteilung. Theoretisch würde eine unbegrenzte Zufallsfolge ein perfektes Spreizungsspektrum mit einer konstanten spektralen Leistungsdichte bewirken. Nachteiligerweise kann ein derartiger Datenstrom die erwünschten Informationen nicht enthalten. Um dieses Problem zu lösen, können deterministische Pseudozu-

fallsmuster verwendet werden. Diese bestehen aus einer vorbestimmten, reproduzierbaren Folge von Bits. Gewöhnlicherweise ist die Länge dieser Muster festgelegt. Diese Muster werden Pseudozufallsmuster genannt, da sie auf den ersten Blick wie eine Zufallsfolge aussehen, aber sie haben eine festgelegte Folge und können vorhergesagt werden. Eine wirkliche Zufallsfolge kann niemals vorhergesagt werden.

Einfluß der Musterlänge auf die spektrale Dichte

In der Praxis verwendete Pseudozufallsmuster weisen eine begrenzte Musterlänge auf. Nach der Sendung von n_p Bits wird dasselbe Muster wiederholt. Die Gründe für kurze Muster sind begrenzte Speicher für die Muster und eine einfachere Synchronisation. Ein langes Muster und deshalb eine niedrige Musterwiederholungsrate bewirken niedrige Frequenzkomponenten in dem Signal und deshalb eine nahe Spektrallinienbeabstandung. Der minimale Abstand Δf benachbarter Spektrallinien ist umgekehrt proportional zu der Zufallsmusterlänge n_p :

$$\Delta f = \frac{f_D}{n_p} \quad (5)$$

Somit ist eine große Musterlänge für eine niedrige Spektrallinienbeabstandung wünschenswert. Der Einfluß der Musterlänge ist in den Figuren 10, 11 und 12 dargestellt.

In Fig. 10 sind die Spektrallinien mit 1,56 MHz beabstandet, ihre Amplituden betragen -36dBm. Wird wie in Fig. 11 dargestellt eine längere Codefolge ausgewählt, wobei die Musterlänge um das 256fache größer ist, dann sind die Spektrallinien um 6,1 KHz beabstandet. Dies ist unterhalb der Auflösung des Spektralanalysators, der eine gerade Linie anzeigt. Die Amplitude der Spektrallinien (die zu der Amplitude der Linie

identisch ist) ist mit -60 dBm exakt $1/256$ der vorhergehenden Amplitude von -36 dBm. Eine vierfach größere Musterlänge wird in Fig. 12 angewendet, woraus sich eine viermal niedrigere (-6 dB) Signalamplitude ergibt.

Anwendung von Pseudozufallsmustern nach dem Stand der Technik.

Eine einfache Annäherung für sehr kurze Pseudozufallsfolgen ist ein Codierschema wie die allgemein verwendete 4 B/5 B- oder 8B/10B-Codierung. Hier werden 8 Bit Binärzahlen in eine Folge von 10 sich verändernden Bits codiert. Auf diese Weise wird sich selbst aus einer 0 nicht eine lange Folge von Null-Bits ergeben. Diese Muster ergeben einen leichten Spreizungseffekt, aber ergeben eine gleichmäßigere Spektralverteilung.

Ferner sind eine sehr übliche Verwendung von Pseudozufallsmustern Bit-Fehlerratentests, bei denen das Breitbandpektrum dieser Muster eine vollständige Überprüfung des gesamten Übertragungssystems erlauben.

Statische Muster

Die meisten seriellen Sender verwenden ein Leerzeichen, wenn keine Daten zu senden sind. Dieses Leerzeichen ist ein eindeutiges Muster, das die Identifikation als „keine Daten“ ermöglicht und weiter ermöglicht, daß der Empfänger zu dem Sendertaktsignal synchronisiert wird. Gewöhnlich liegt nur eine Art von Leerzeichenmuster vor. Werden keine Daten für längere Zeitdauern gesendet, dann wird nur dieses Muster über die Verbindung gesendet. Es weist dieselbe Länge wie ein Standarddatenwort auf und hat deshalb eine vergleichsweise hohe untere Frequenz und eine Spektrallinienbeabstandung, die sich aus Gleichung (5) ergibt. Gewöhnlicherweise weisen derartige Muster keine gerade

Verteilung ihrer Spektrallinien auf. Folglich kann eine Hochgeschwindigkeitsdatenverbindung ausgezeichnete EMV-Eigenschaften aufweisen, wenn reale Daten gesendet werden. Aber in dem Moment, wenn die Sendung beendet wird und ein Leerzeichen gesendet wird, sind die EMV-Eigenschaften sehr verschlechtert. Diese statische Muster sind der ungünstigste Fall für eine elektromagnetische Emission bzw. Aussendung. Falls eine Sendung dieser Muster über längere Zeitdauern nicht vermieden werden kann, sollten die EMV-Messungen unter diesen Bedingungen ausgeführt werden.

Bei der Festlegung eines guten Systems sollten derartige statische Muster unter allen Umständen vermieden werden. Dies kann durch Senden sich verändernder Abnehmerleerzeichen oder durch Senden einer Pseudozufallsfolge erfolgen, die den Leerzeichenzustand signalisieren. Selbst eine lange Folge von Nullcodes kann akzeptiert werden, falls es mit einem Pseudorauschsignal mit einer langen Musterlänge codiert wird.

Erfindungsgemäße Verfahren zur Aufspreizung der Bandbreite

Wie es vorstehend beschrieben wurde, gibt es unterschiedliche Wege zur Aufspreizung des Spektrums. Die beste Wirkung auf die elektromagnetische Aussendung wird erhalten, wenn zumindest zwei Verfahren, die einander ergänzen, angewendet werden. Eine sehr gute Kombination ist eine Pseudorauschdatencodierung zusammen mit einer Art von Datenzeitverlaufmodulation. Der Datenzeitverlauf kann auf unterschiedliche Weisen moduliert werden. Ein Weg ist die Abänderung des ursprünglichen Datentaktsignals beim Sender. Ein weiterer Weg ist die Abänderung des Zeitverlaufs des Datenstroms selber.

Datencodierung

Wie es vorstehend dargestellt wurde, sollte zur Optimierung der EMV-Eigenschaften der Datenstrom wie eine Zufallsfolge aussehen. Sehr oft weisen reale Daten Zufallseigenschaften auf. In Meßsignalen oder Videobildsignalen tritt immer ein gewisses Rauschen auf, welches die Zufallseigenschaften mit einbringt. In weiteren Fällen würde die Codierung des Datenstroms mit einer Zufallsfolge ein gewünschtes Ergebnis bringen. Diese Codierung kann sehr leicht ausgeführt werden. Falls Daten in großen Blöcken gesendet werden, kann jeder Block mit einer gegebenen Zufallsfolge einer Exklusiv- ODER –Verknüpfung unterzogen werden (Fig. 13). Nun sieht das gesendete Signal wie ein Zufallssignal aus. Selbst in dem schlechtesten Fall einer Folge von Nullen oder Einsen sieht das Signal wie ein Zufallssignal aus.

Der Empfänger kann die ursprünglichen Daten durch die Exklusiv- ODER-Verknüpfung des Blocks mit derselben Zufallsfolge als den ursprünglichen Datenblock rekonstruieren. Als Alternative kann das Signal einem klassischen Pseudozufallsgenerator zugeführt werden, der auf Schieberegister mit Rückführung beruhen kann.

Es gibt bestimmte Situationen, auf die ein Augenmerk gerichtet werden sollte. Die meisten Datenparallel-Serienumsetzer weisen ein festgelegtes „keine Daten“-Signal auf, was diesen ermöglicht in dem Fall eines Fehlens von Daten zu synchronisieren. Falls der Parallel-Serienumsetzer keine Daten zugeführt bekommt, wird er kontinuierlich dieses kurze Datenwort senden, das gewöhnlicherweise aus einer Folge von 10 bis 20 Bits besteht. Dieses Signal führt zu einer sehr breiten Frequenzlinienbeabstandung und deshalb zu sehr schlechten EMV-Eigenschaften. Somit muß unter allen Umständen vermieden werden, daß ein statisches Muster zu senden ist. Um dies zu verhindern, müs-

sen dem Parallel-Serienumsetzer Daten zugeführt werden. Dies kann durch eine einfache Softwareveränderung erfolgen. Anstelle daß keine Daten gesendet werden, können dieselben Blöcke gesendet werden, die für Daten verwendet werden, aber diese sind mit Nullen oder einigen anderen Mustern aufgefüllt, die als „keine Daten“ identifiziert werden können. Wird der Strom von Nullen mit dem Zufallsmuster exklusiv-ODER-verknüpft, so ergibt dieses ein perfektes Zufallsmuster in der Datenverbindung und deshalb beste EMV-Eigenschaften. Beim Empfänger kann der Strom von Nullen nach der Exklusiv-ODER-Verknüpfung mit dem Zufallsmuster leicht als keine Daten identifiziert werden.

Wie es vorstehend dargestellt wurde, ist der Spektrallinienabstand umgekehrt proportional zu der Pseudozufallsmusterlänge. Der minimale Spektrallinienabstand kann durch die Gleichung (3) berechnet werden. Zur Ergänzung der Datencodierung sollte eine Zeitverlaufmodulationstechnik angewendet werden. Wenn keine sehr langen Codefolgen verwendet werden, kann eine Datencodierung am besten eine grobe Spreizung bewirken, wohingegen eine Zeitverlaufmodulation am besten eine feine Spreizung bewirken kann.

Aufspreizen des Datentaktsignals

Im Einleitungsteil wurden die Frequenzmodulation und die Phasenmodulation beschrieben.

Um eine Verbesserung für untere Datenraten bei der Frequenzmodulation zu bewirken, muß der Takt für mehr als die erlaubten 10^{-4} verschoben werden. Dies kann durch synchrones Verschieben des Sender- und Empfängertakts erfolgen. Um dies auszuführen, muß eine Niederfrequenznachrichtenübermittlung zwischen Sender und Empfänger vorlie-

NICHT EINGEREICHT AM ANMELDEDATUM

NICHT EINGEREICHT AM ANMELDEDATUM

ERSATZBLATT (REGEL 26)

Zu diesem Zweck wird die Verzögerungsteuereinrichtung durch einen zusätzlichen Modulationsgenerator gesteuert, der die Verzögerungsteuereinrichtung dazu zwingt, alle Verzögerungen zwischen Δt_{Min} und Δt_{Max} mit einer sehr niedrigen Frequenz zu durchlaufen. Somit werden die spektralen Lücken zwischen f_1 und f_2 aufgefüllt, wie es in Fig. 19 dargestellt ist.

Infolge der sehr kleinen zusätzlichen Verzögerungen verhält sich das Signal wie ein Signal mit zusätzlichen niedrigen Synchronisationsstörungen (Jitter) (Fig. 20). Dieses zusätzliche Jitter weist zwei spektrale Komponenten auf, die zu berücksichtigen sind. Zuerst verhält sich die Hochfrequenzmodulation wie wirkliches Jitter. Es beeinflusst die Verbindungseigenschaften. Aber für kontaktlose Drehverbinder, die ein Jittern von 5% aufweisen, ist ein zusätzliches Modulationsjittern von 5 % akzeptabel. Die meisten Digitalverbindungsempfänger akzeptieren ein Jittern von 20 % ohne Beeinträchtigung. Zweitens wird die Niederfrequenzkomponente des Modulationsgenerators so ausgewählt, daß eine Dauer etwas kürzer als die Dauer der Integration der EMV-Messung ist. Für Messungen gemäß CISPR 11 ist die Dauer 10 ms. Somit sollte die Modulationsfrequenz oberhalb 100 Hz liegen. Diese niedrige Frequenz wird durch alle Empfänger-PLLs beseitigt.

Taktregenerierungsverfahren

Ein weiterer Weg zur Änderung der spektralen Eigenschaften des Datenstroms ist die Verwendung einer vollständigen Synchronisations- (retiming-) Schaltung. Fig. 21 zeigt die grundsätzliche Arbeitsweise. Der Datenstrom wird einer PLL-Schaltung zur Wiedergewinnung bzw. Regenerierung des Datentakts zugeführt. Dieses regenerierte Taktsignal wird einer Synchronisations- (retiming-) Schaltung für den Datenstrom

zugeführt. Eine zusätzliche Modulationserzeugungseinrichtung ändert die PLL-Frequenz zur Modulation des Datenstroms ab.

Diese Schaltung verhält sich ähnlich wie die vorstehend beschriebene Schaltung, aber sie führt zusätzlich eine Synchronisation (retiming) und deshalb eine Verringerung des Jitterns in dem Datenstrom aus. Es bestehen zwei Möglichkeiten zur Steuerung des PLLs. Die erste Möglichkeit ist das Digital-PLL-Ausgangssignal zu ändern und zusätzliche Verzögerungen einzubringen. Eine weitere Möglichkeit ist die Steuerung des VCO durch ein analoges Signal. Um dies auszuführen, könnte der VCO zuerst einen kleinen negativen Impuls zugeführt bekommen, der zu dessen Steuerspannung zugeführt wird, und nach einer oder mehreren Dauern wird diesem ein kleiner negativer Impuls zugeführt, der dieselbe Amplitude aufweist. Daraus ergibt sich eine schnelle Kurzzeitfrequenzveränderung, die selbst so schnell ist, daß der PLL selbst nicht darauf reagieren kann.

Wie bei der Taktmodulation geht in den Datenstrom zusätzliches Jittern ein.

Messungen an abgeänderten Digitalsignalen

Einige abschließende Messungen zeigen den Nutzen eines PCM-Signals mit gespreiztem Spektrum. In Fig. 22 ist der ungünstigste Fall eines 1010-PCM-Signals bei 200 Mbaud gezeigt. Hier ist der Spitzenwert der Amplitude bei 100 MHz gleich -14,7 dBm. Wird ein echtes 8B/10B-codiertes Signal verwendet, so sieht das Spektrum wie in Fig. 23 dargestellt aus. In diesem Beispiel ist nun die maximale Amplitude gleich -20,6 dBm und der Mindestabstand der Spektrallinien ist 20 MHz. Infolge der Kurztlängencodierung ist dieses Spektrum nicht gleichmäßig gespreizt. Es weist keine konstante Leistungsdichte auf, was wün-

schenswert wäre, aber dafür einige Spitzenwerte mit Nullen dazwischen. Aber selbst dieses führt zu einer Verbesserung von etwa 6dB über dem ungünstigen Fall eines 1010-Signals.

Wird eine Frequenzmodulation an dem 8B/10B-Signal angewendet, so ergibt sich das Spektrum gemäß Fig. 24. Nun ist die maximale Amplitude gleich -25,3 dBm mit einer erneuten Verbesserung von 5dB. Hier füllt die Frequenzmodulation nur die Lücken zwischen den 8B/10B-Signalspektrallinien auf, aber sie kann das Spektrum nicht glätten. Eine Codierung mit einer Langpseudoranschfolge mit einer Musterlänge von 128 Bits ergibt ein sehr gleichmäßiges Spektrum mit einer maximalen Amplitude von -32,5 dBm, wie es in Fig. 25 dargestellt ist. Die gemessenen Werte bestätigen die theoretischen Betrachtungen. Einige Abweichungen sind durch Beschränkungen und Vereinfachungen des theoretischen Modells verursacht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender zu einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke, insbesondere bei Drehübertragern, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation moduliert, so daß das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitert und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignales reduziert wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig vom Übertragungstakt derart moduliert wird, daß das Linienspektrum des Senderausgangssignals verbreitert wird, so daß durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien die mittlere spektrale Leistungsdichte reduziert wird.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Steuereinheit die Modulationseinheit steuert.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender einen Taktgenerator aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit den Taktgenerator zur Verbreiterung des Linienspektrums entsprechend ansteuert.
6. Anordnung nach Anspruch 5,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit die Taktfrequenz des Taktgenerators frequenzmoduliert.
7. Anordnung nach Anspruch 6,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
8. Anordnung nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Steuereinheit den VCO einstellt.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator

vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.

12. Anordnung nach Anspruch 11,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung aufweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.

13. Anordnung nach Anspruch 12,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender eine PLL-Einrichtung aufweist.

15. Anordnung nach Anspruch 14,

dadurch **gekennzeichnet**, daß der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders liegt.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

dadurch **gekennzeichnet**, daß im Empfänger eine Steuereinheit vorhanden ist, welche den Empfänger synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit im Sender oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke steuert, so daß das Empfangssignal im Empfänger zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sen-

der bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger übertragen wird.
19. Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender zu einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke, insbesondere bei Drehübertragern, **gekennzeichnet** durch durch eine Modulationseinheit ausgeführte Modulation des zu übertragenden Signals, des Trägersignals des Senders im Sender oder des Senderausgangssignals an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation, zur Verbreiterung des Ausgangssignalspektrum des Senders und damit zur Reduzierung der spektralen Leistungsdichte des Senderausgangssignales.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Reduzierung der mittleren spektralen Leistungsdichte durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,
gekennzeichnet durch Steuern der Modulationseinheit durch eine Steuereinheit.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender einen Taktgenerator aufweist.
23. Verfahren nach Anspruch 22,
gekennzeichnet durch entsprechendes Ansteuern des Taktgenerators durch die Modulationseinheit zur Verbreiterung des Linienspektrums.
24. Verfahren nach Anspruch 23,
gekennzeichnet durch Frequenzmodulation der Taktfrequenz des Taktgenerators durch die Modulationseinheit.
25. Verfahren nach Anspruch 24,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
26. Verfahren nach Anspruch 25,
gekennzeichnet durch Einstellen des VCO durch die Steuereinheit.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke unabhängig von

der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 28,
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.
30. Verfahren nach Anspruch 29,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.
31. Verfahren nach Anspruch 30,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 31,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender eine PLL-Einrichtung aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 32,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders liegt.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 33,
dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 34,
dadurch **gekennzeichnet**, daß im Empfänger eine Steuereinheit
vorhanden ist, welche den Empfänger synchron zur Modulation
durch die Modulationseinheit im Sender oder an einer beliebigen
Stelle der Übertragungsstrecke steuert, so daß das Empfangssignal
im Empfänger zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiter-
verarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sen-
der bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger wahlweise über das
Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender bzw.
Übertragungsstrecke und Empfänger gemeinsam verfügbares Signal
erfolgen kann.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 35,
dadurch **gekennzeichnet**, daß ein zusätzlicher Übertragungsweg
zwischen Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger vorhan-
den ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steue-
rung der Modulation von Sender bzw. Übertragungsstrecke und
Empfänger übertragen wird.

FIG 1

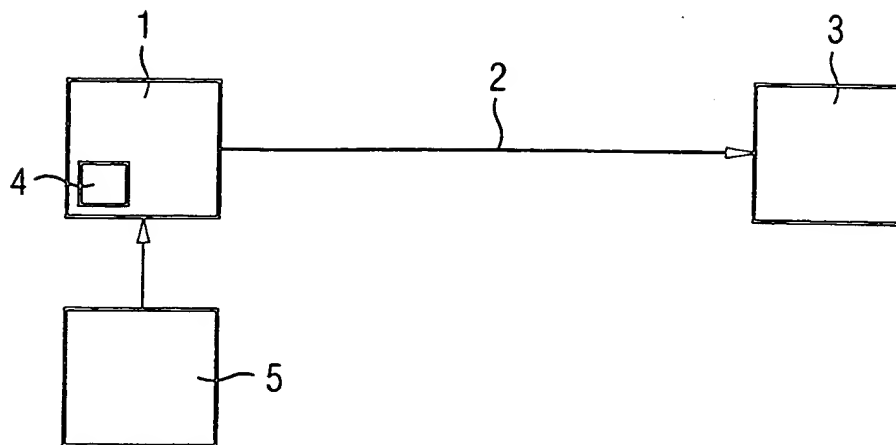


FIG 14

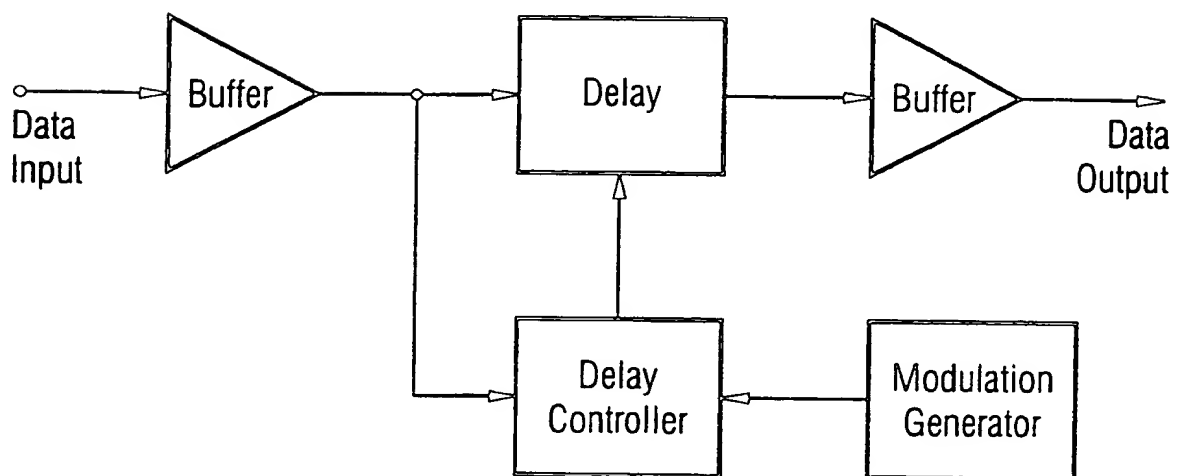


FIG 2

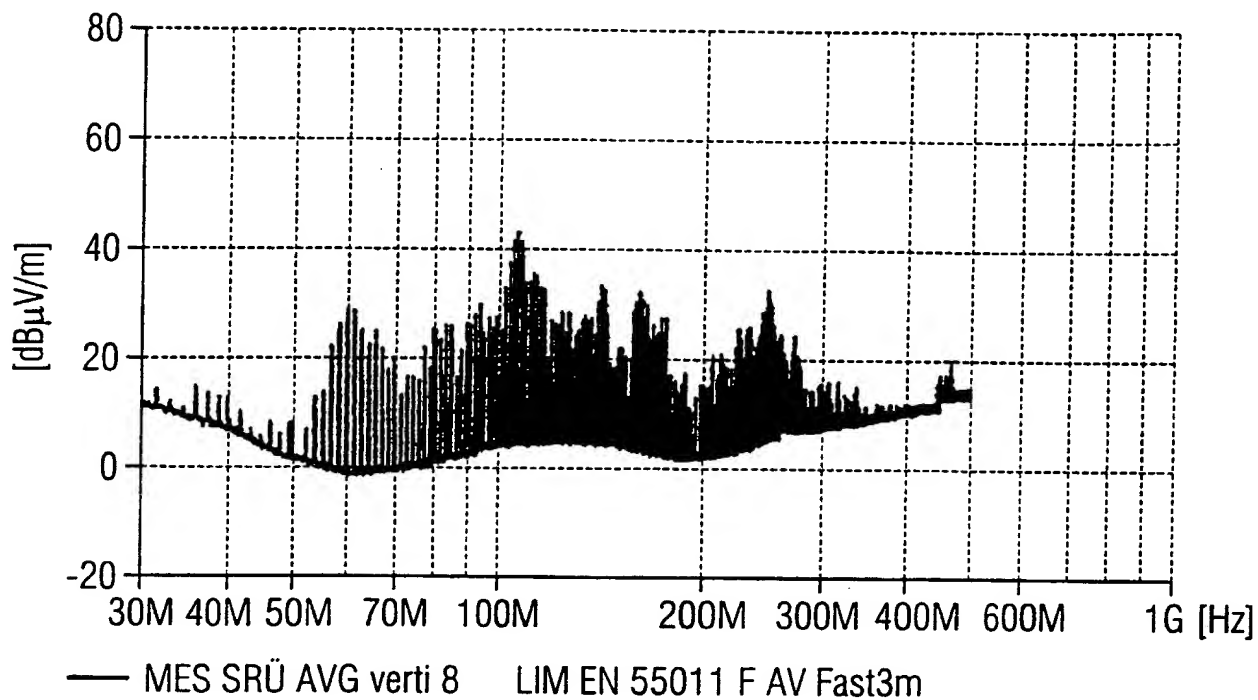


FIG 3

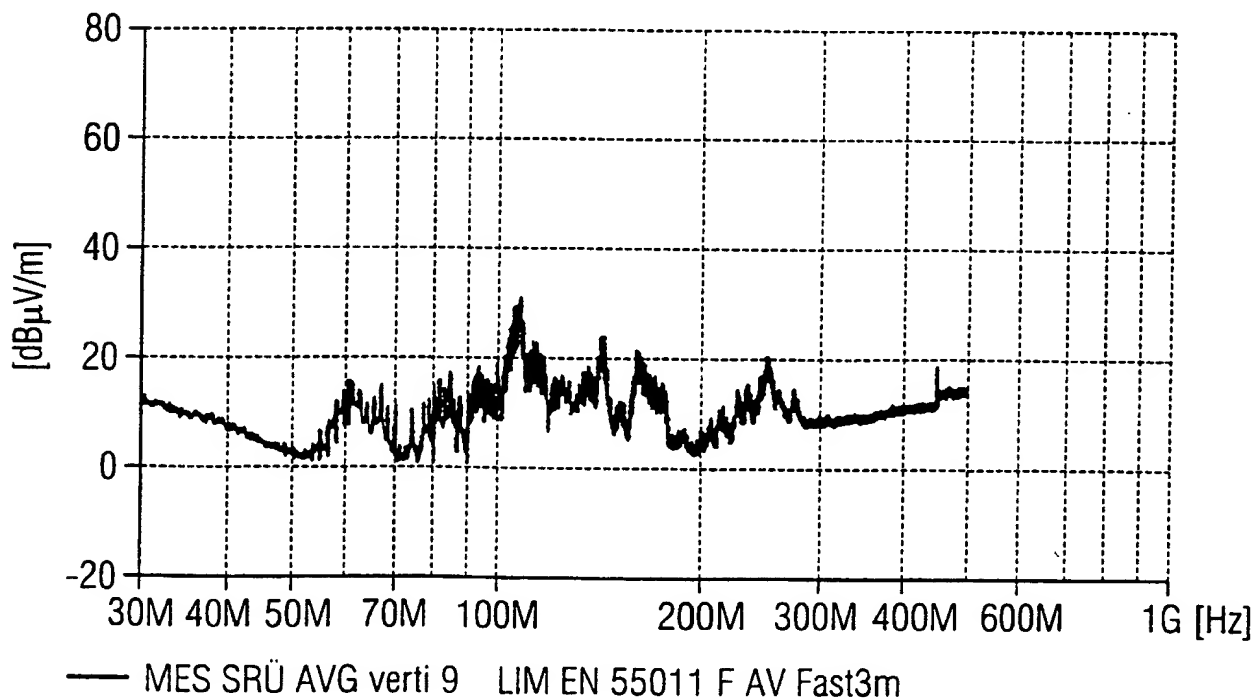


FIG 4 Tek Run: 10.0GS/s ET Sample

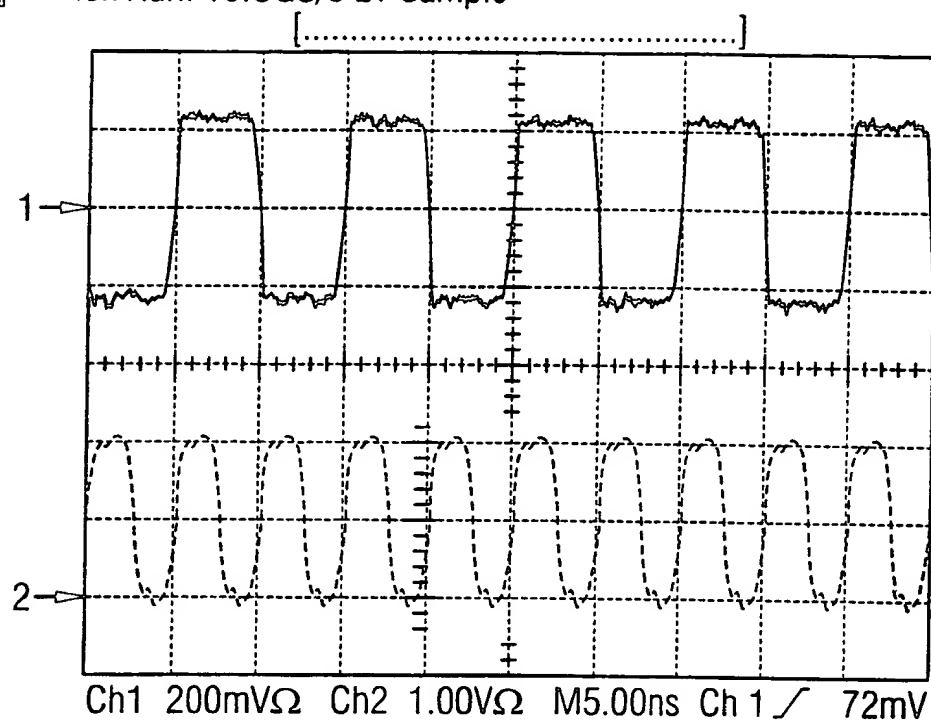


FIG 5

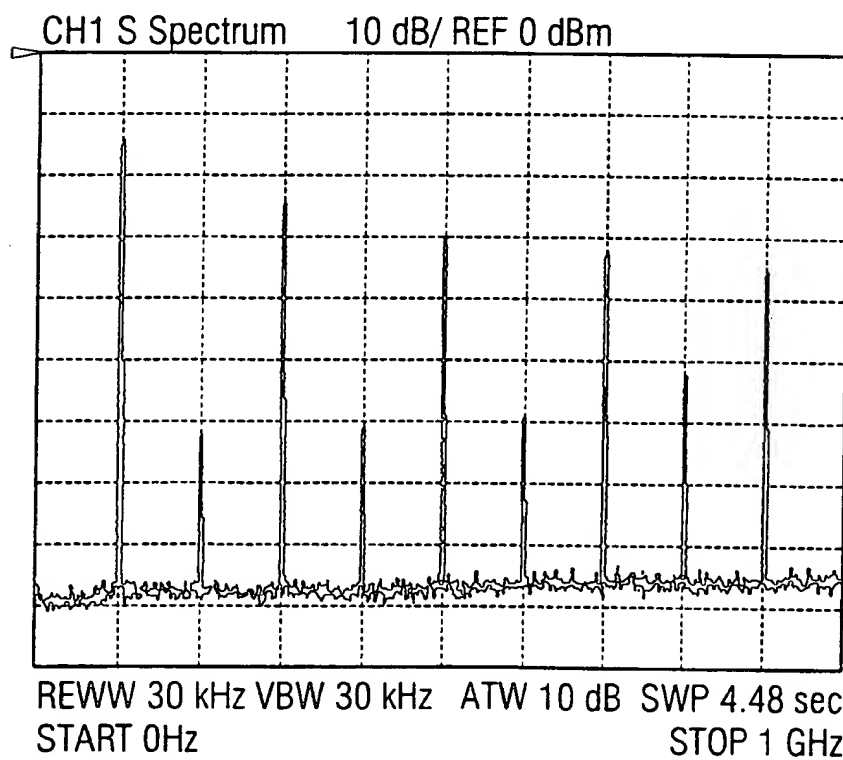
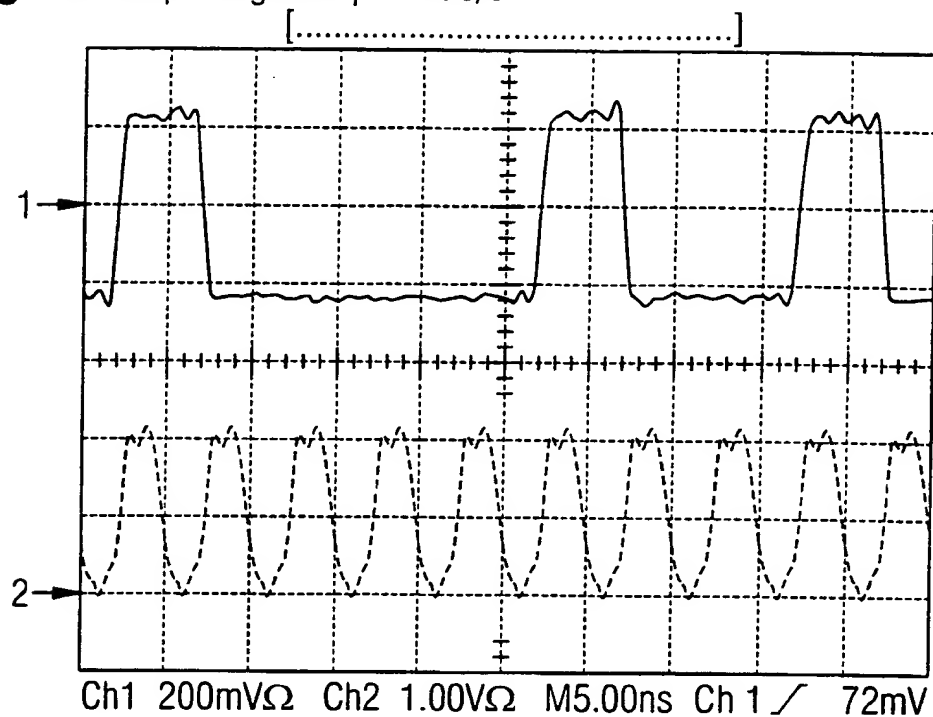
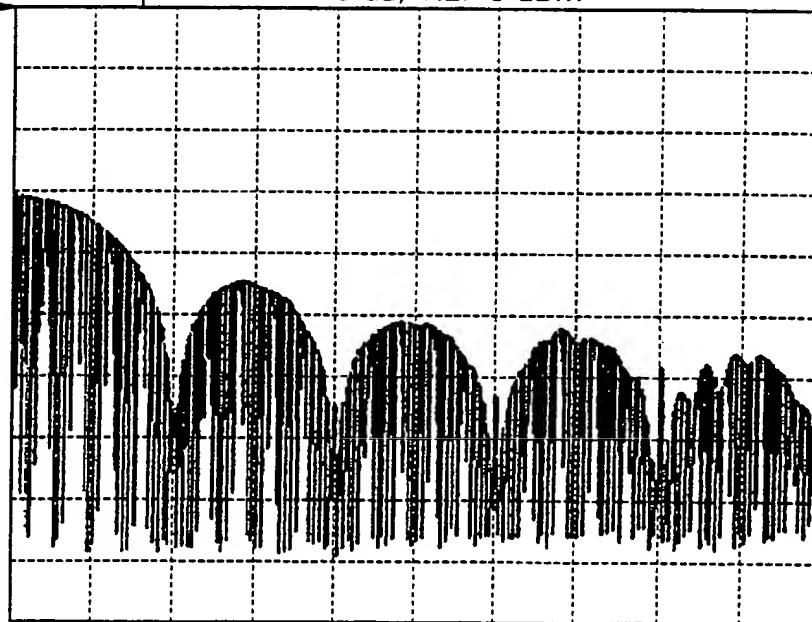


FIG 6 Tek Stop: Single Seq 2.00GS/s**FIG 7**

CH1 S Spectrum 10 dB/ REF 0 dBm



REWW 30 kHz VBW 30 kHz ATW 10 dB SWP 4.46 sec
START 0Hz STOP 1 GHz

FIG 8

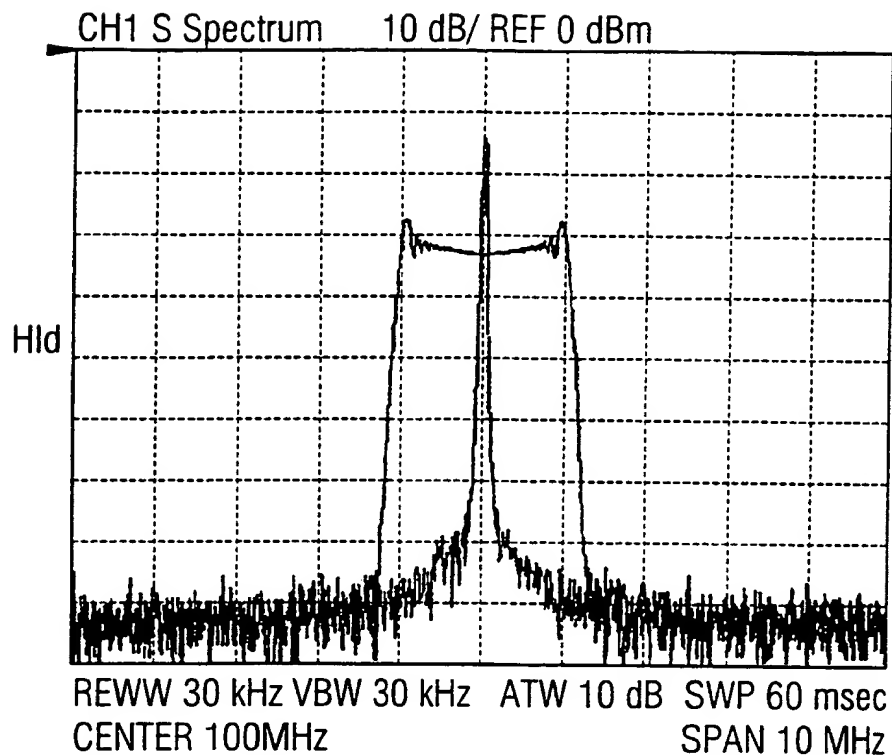


FIG 9

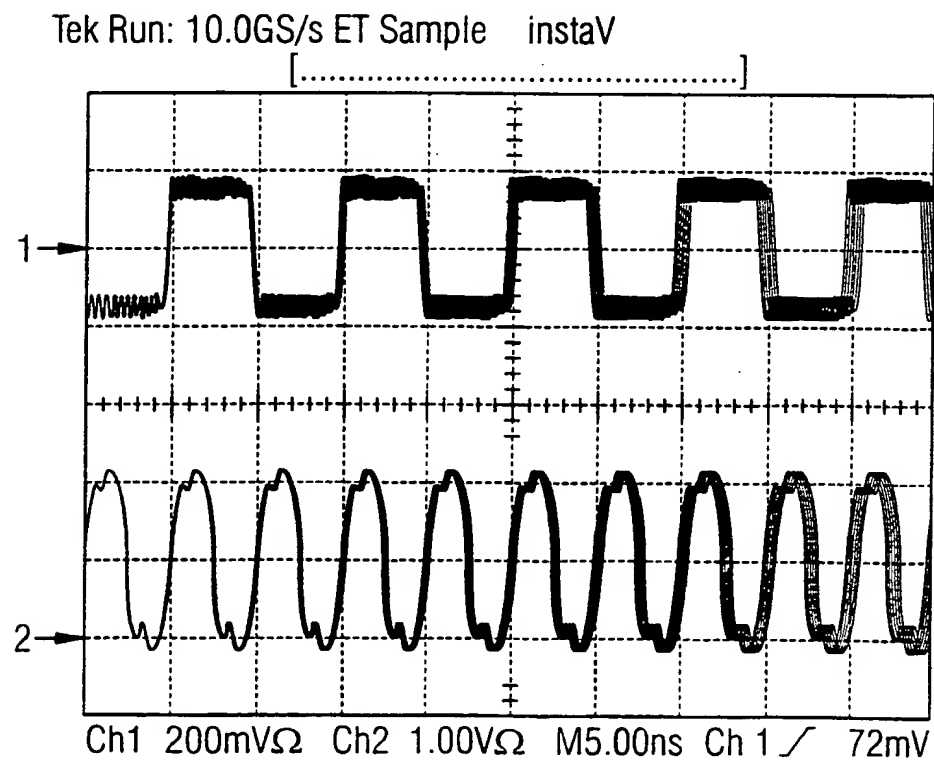


FIG 10

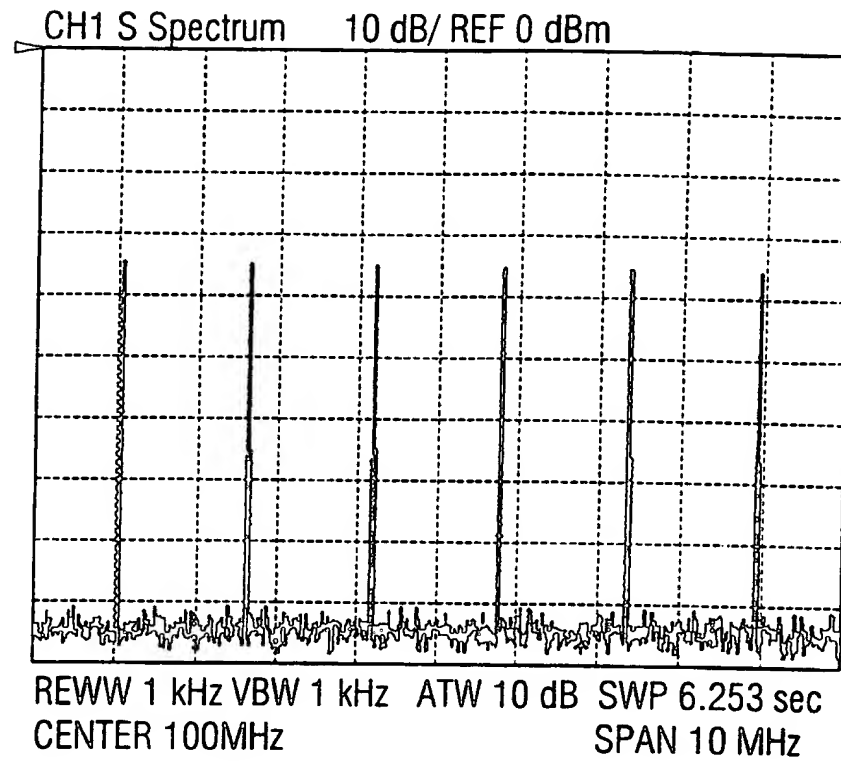


FIG 11

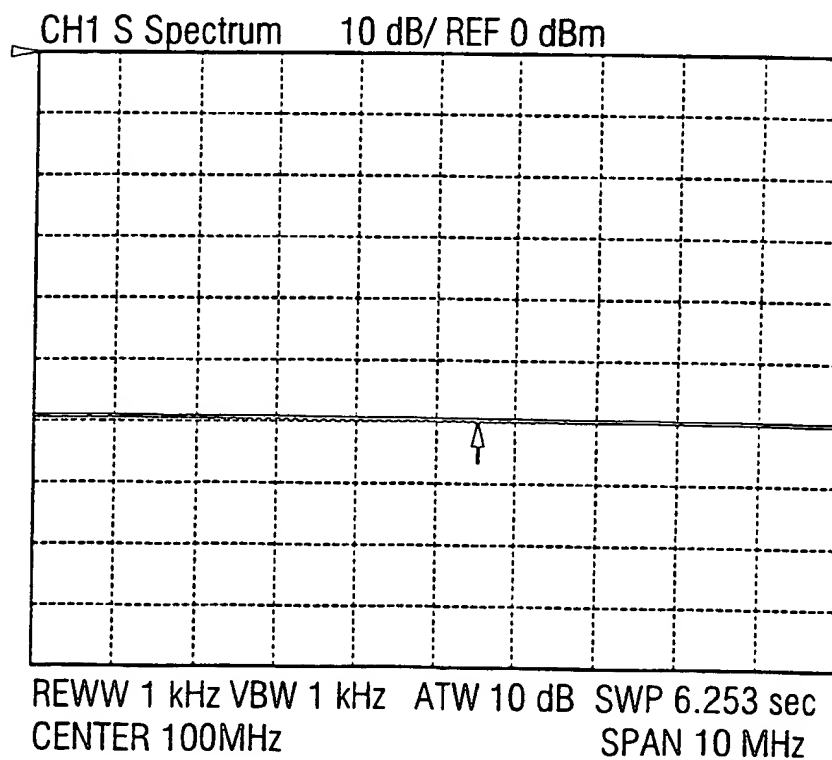


FIG 12

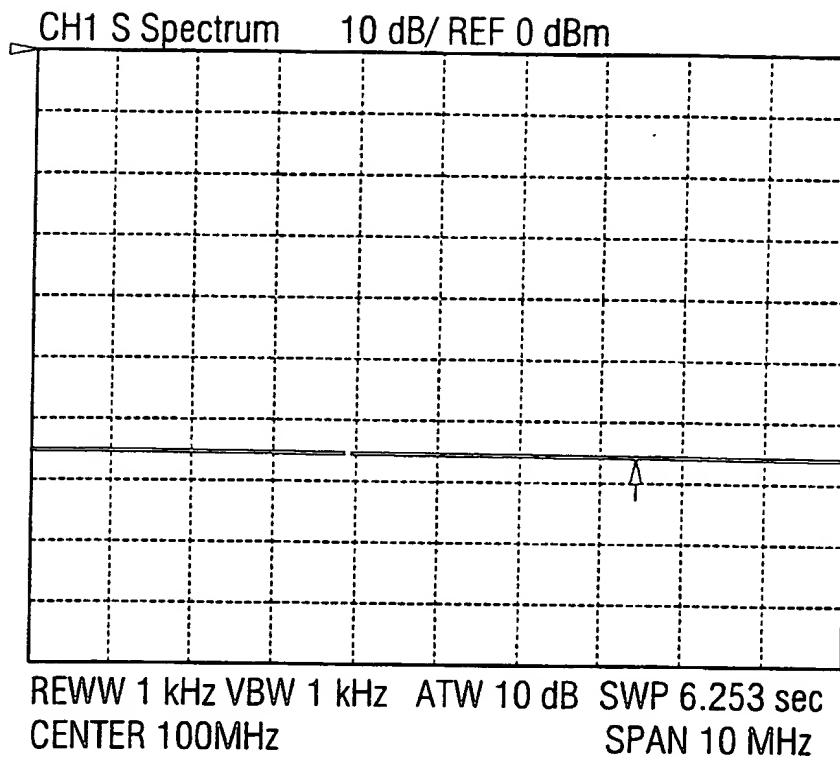


FIG 13

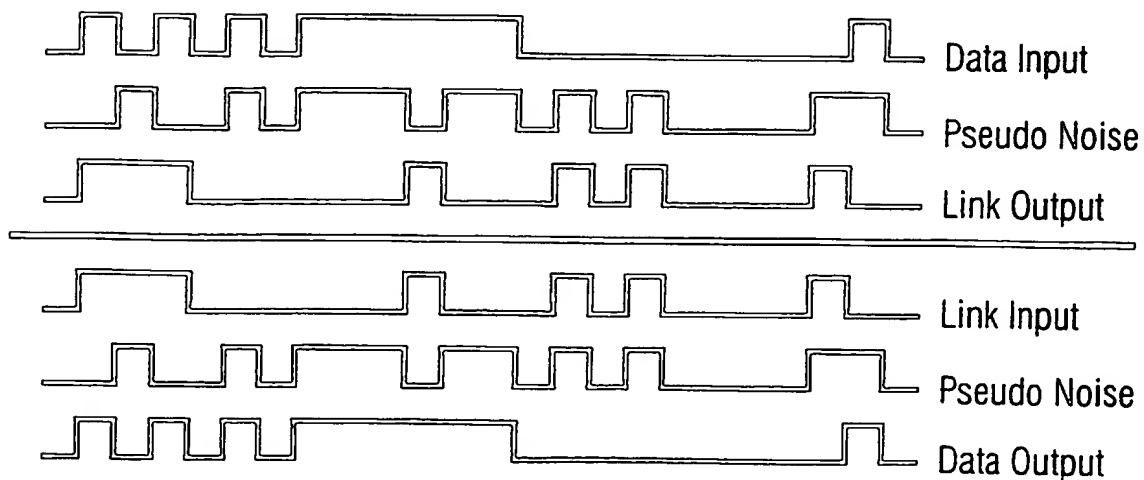


FIG 15

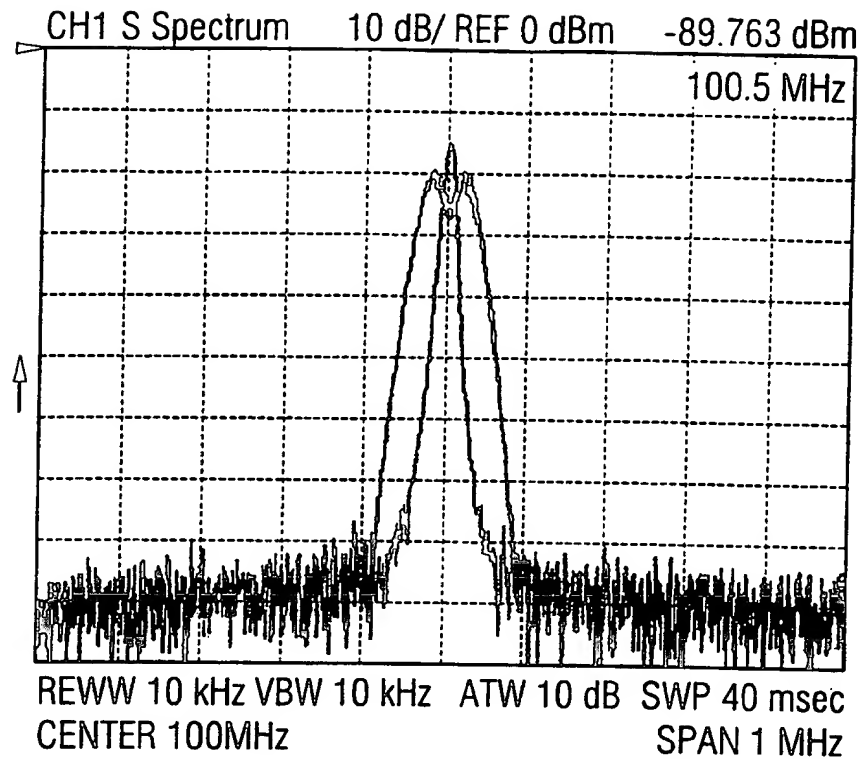


FIG 16

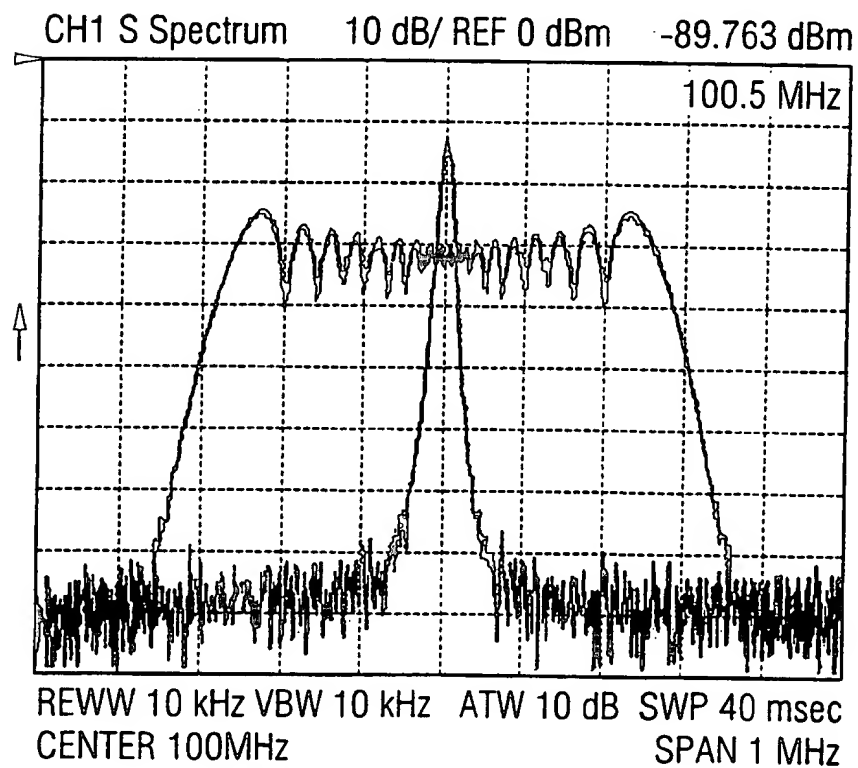


FIG 17

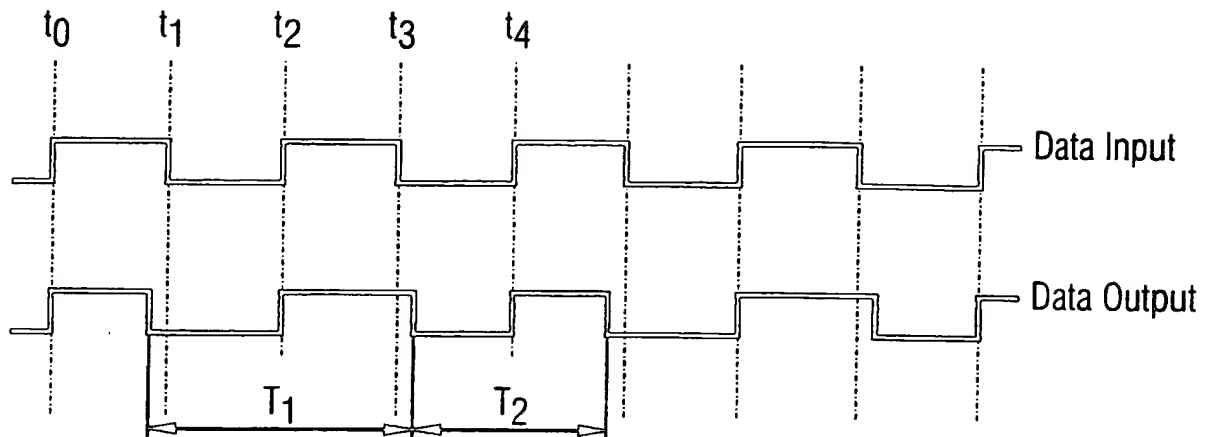


FIG 18

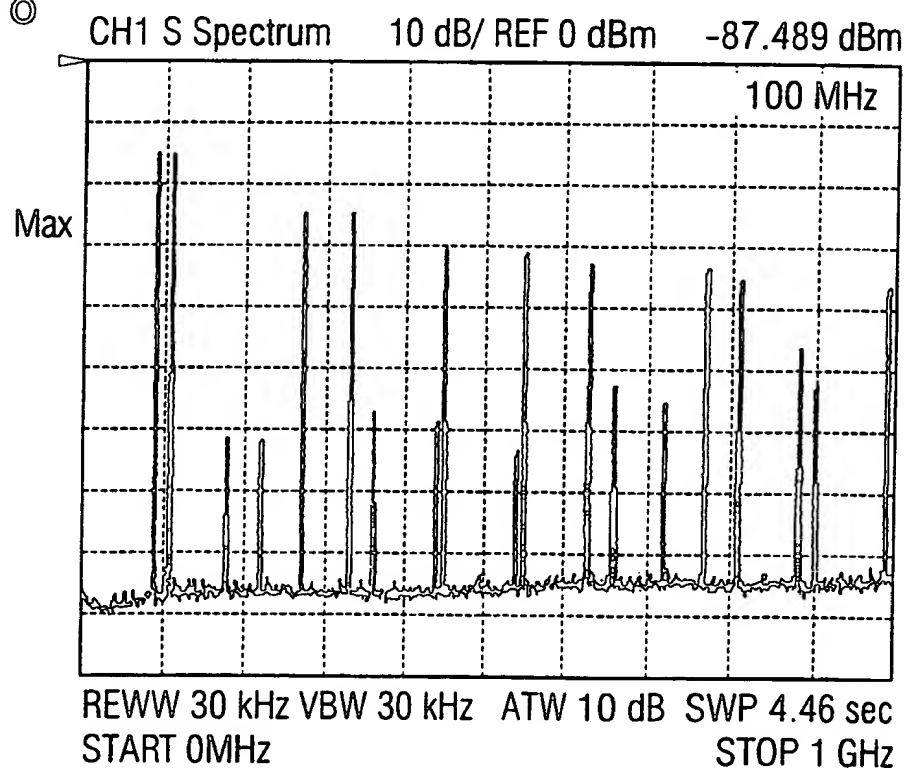


FIG 19

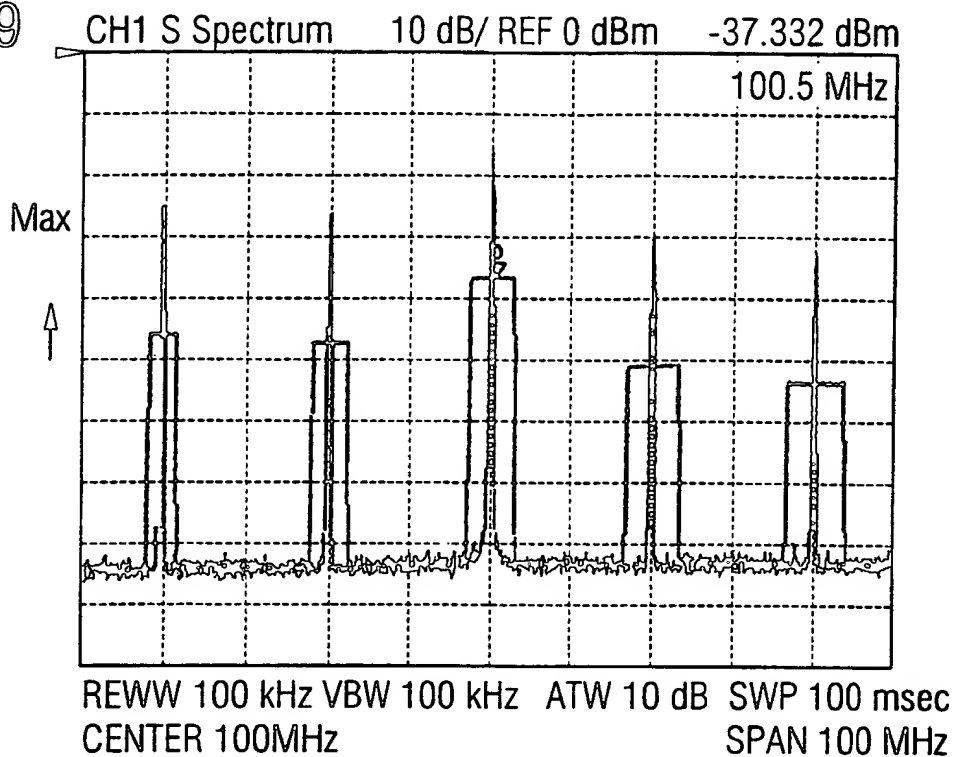


FIG 20

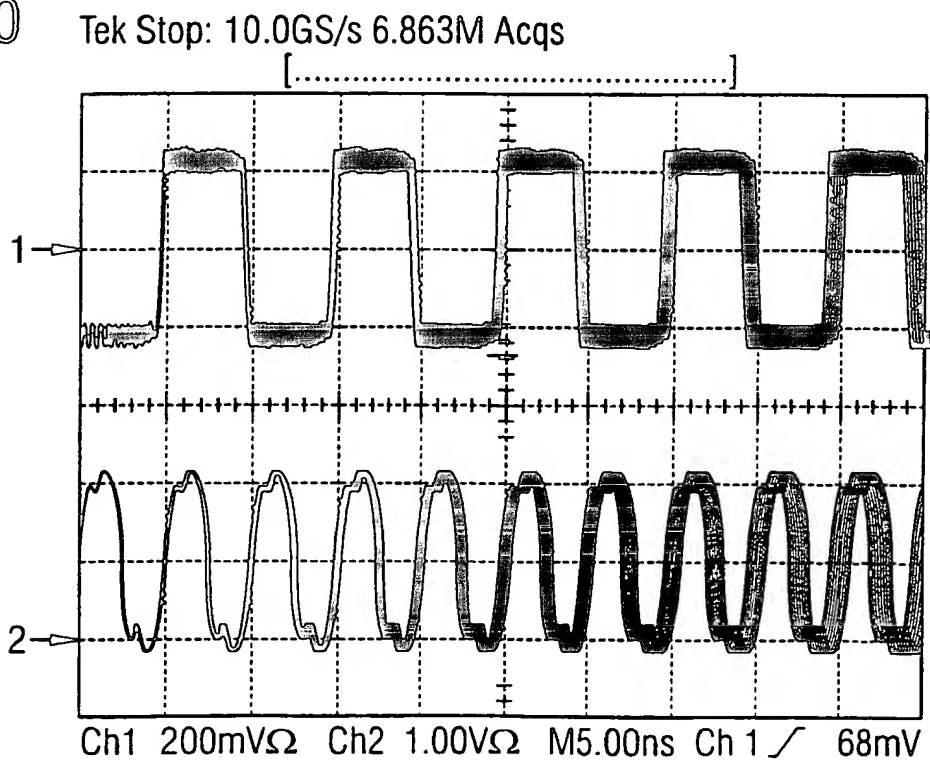


FIG 21

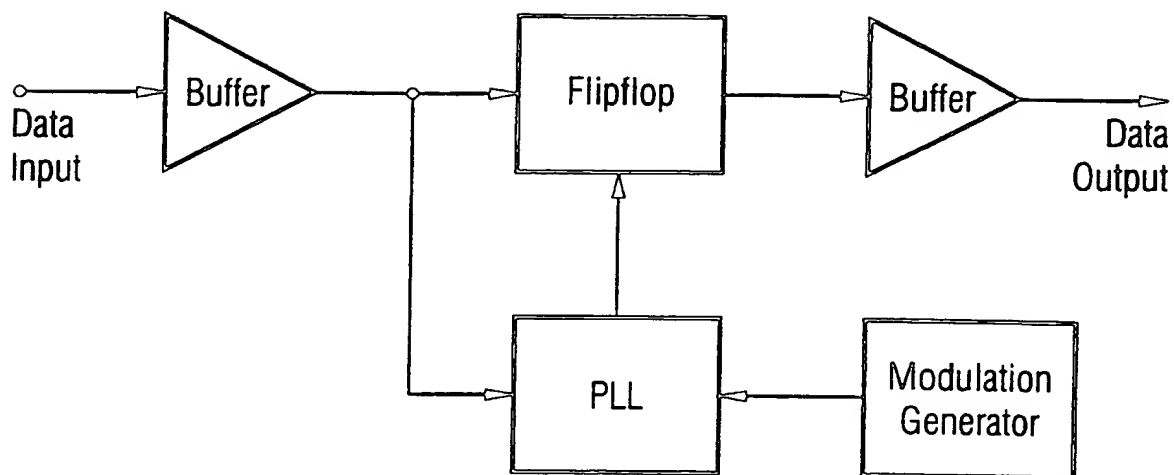
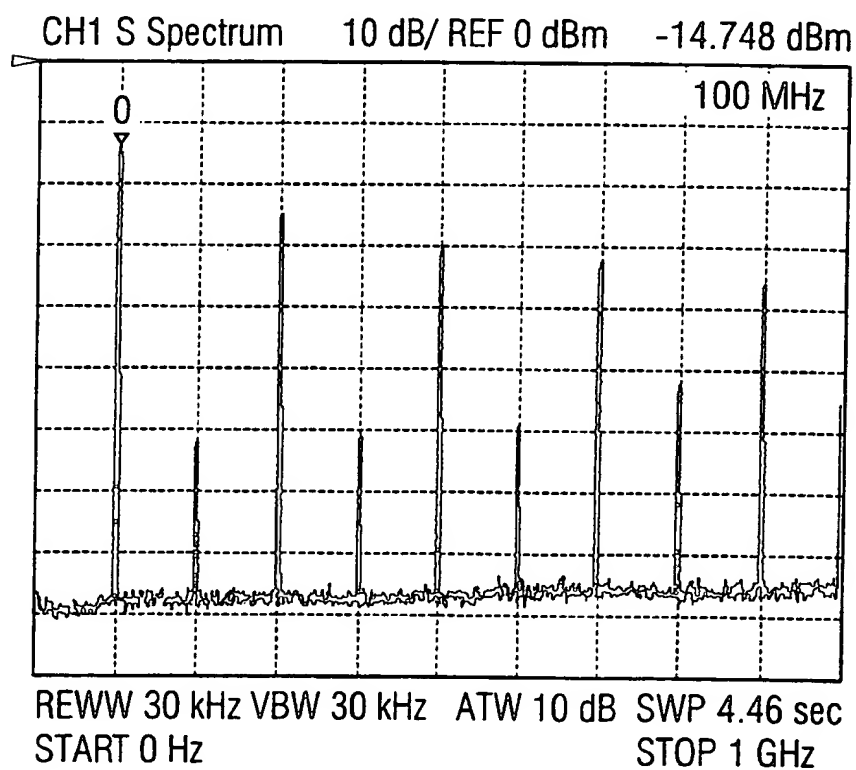


FIG 22



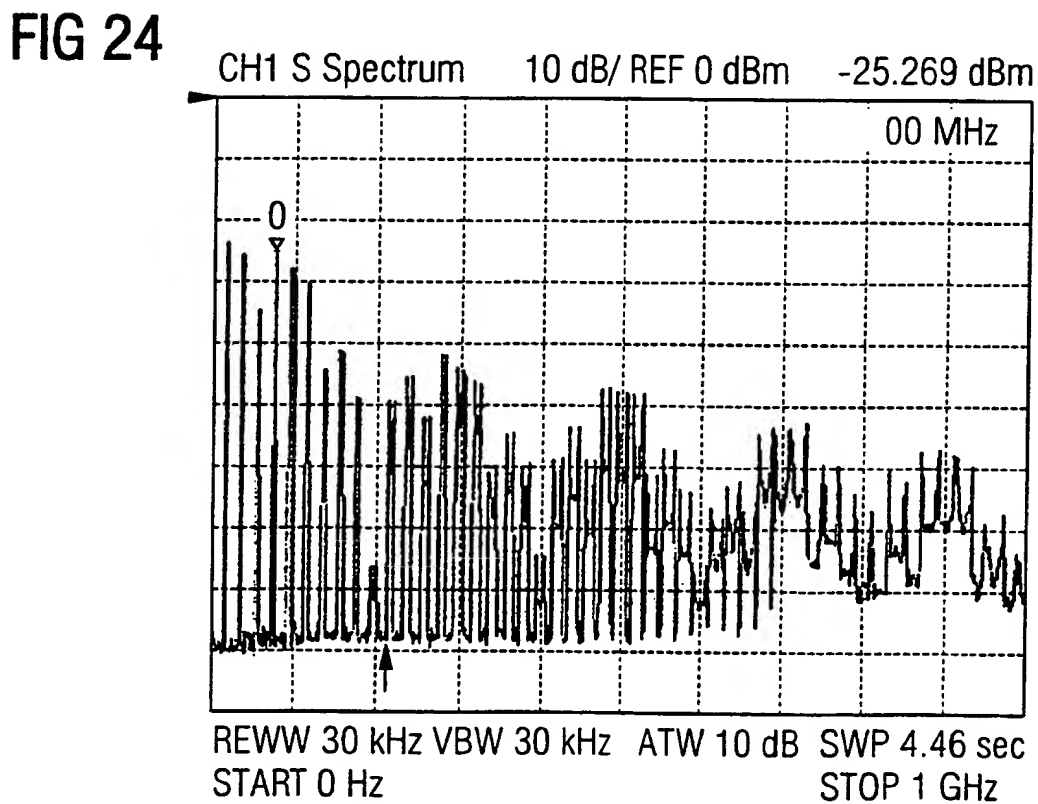
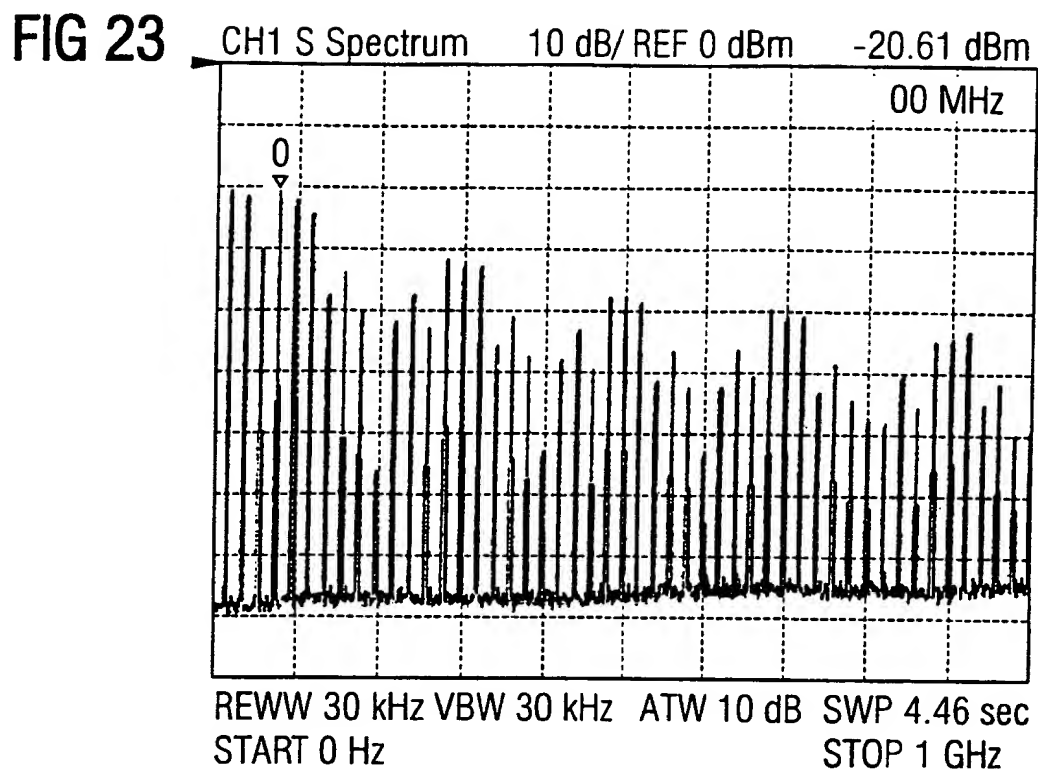
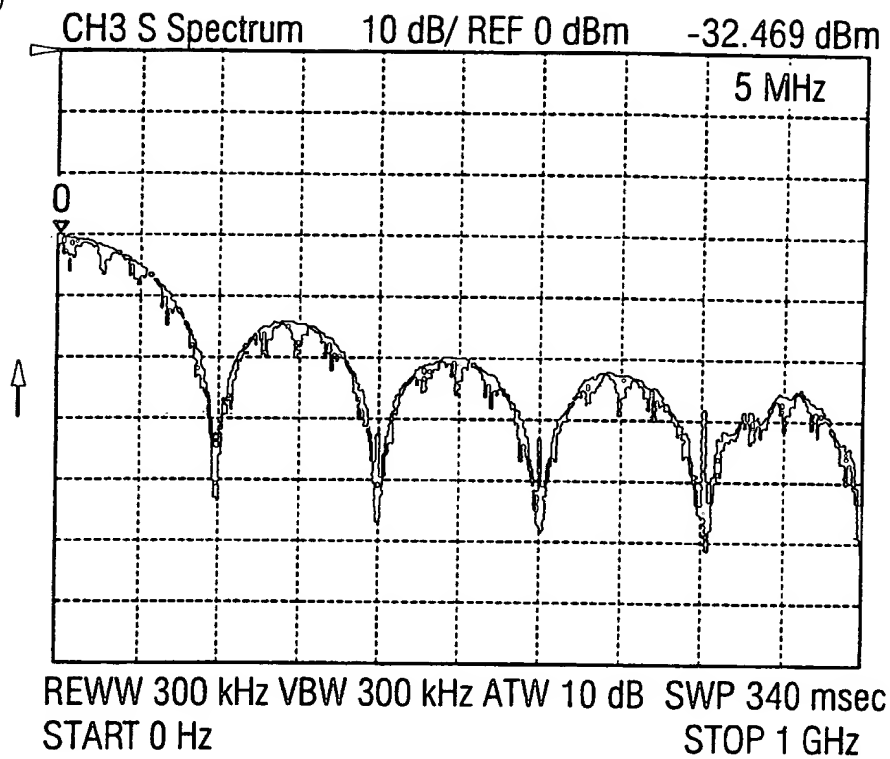


FIG 25



AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

An
KANZLEI DR. MÜNICH & KOLLEGEN
Wilhelm-Mayr-Str. 11
D-80689 München
GERMANY

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

EINGEGANGEN

25. Mai 1999

Dr. MÜNICH

Absendedatum

(Tag/Monat/Jahr)

21/05/1999

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

SR 97/05 PCT

WEITERES VORGEHEN

siehe Punkte 1 und 4 unten

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/ 03811

Internationales Anmeldedatum

(Tag/Monat/Jahr)

31/12/1998

Anmelder

SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.
Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:
Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):

Bis wann sind Änderungen einzureichen?
Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

Wo sind Änderungen einzureichen?
Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35

Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.
3. ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß
☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsämter dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.
☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:
Kurz nach Ablauf von 18 Monaten seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90 bis bzw. 90 bis 3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.
Innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.
Innerhalb von 20 Monaten seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsämtern vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Liliane Van Velzen-Peron

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts SR 97/05 PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 98/03811	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1998	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1997
Anmelder SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 14

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 H04B15/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 163 313 A (TEKTRONIX INC) 4. Dezember 1985 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 35 - Seite 4, Zeile 8 siehe Seite 4, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 4 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 1A	1-15, 19-33
A	EP 0 505 771 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 30. September 1992 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 16 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 2 siehe Abbildung 3	1-4, 9, 16-22, 27, 34-36



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/05/1999

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lindhardt, U

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0163313	A	04-12-1985	JP	61024321 A	03-02-1986
EP 0505771	A	30-09-1992	US	5208829 A	04-05-1993
			AU	640864 B	02-09-1993
			AU	1309992 A	29-10-1992
			CA	2055387 C	16-05-1995
			DE	69213284 D	10-10-1996
			DE	69213284 T	23-01-1997
			JP	2026876 C	26-02-1996
			JP	5091008 A	09-04-1993
			JP	7061038 B	28-06-1995
			KR	9511075 B	27-09-1995
			MX	9201341 A	01-10-1992

PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Im Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)
(max. 12 Zeichen) SR 97/05 PCT

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Vorrichtung zur störarmen Signalübertragung

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Schleifring und Apparatebau GmbH
Am Hardtanger 10
D-82256 Fürstenfeldbruck
DE

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):
DESitz oder Wohnsitz (Staat):
DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

LOHR Georg
Allinger Str. 75
D-82223 Eichenau
DE

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)
Staatsangehörigkeit (Staat):
DESitz oder Wohnsitz (Staat):
DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:

☒ Anwalt

☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

MÜNICH Wilhelm
Kanzlei Dr. Münich & Kollegen
Wilhelm-Mayr-Str. 11
D-80689 München
DE

Telefonnr.:

089/54 67 000

Telefaxnr.:

089/54 67 0049-99

Fernschreibnr.:

☐ Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen: wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

Regionales Patent

- ☐ **AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ **OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AL Albanien | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien | <input type="checkbox"/> LT Litauen |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg |
| <input type="checkbox"/> AU Australien | <input type="checkbox"/> LV Lettland |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidschan | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien | <input type="checkbox"/> MN Mongolei |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MX Mexiko |
| <input type="checkbox"/> CA Kanada | <input type="checkbox"/> NO Norwegen |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland |
| <input type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> PL Polen |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik | <input type="checkbox"/> RO Rumänien |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estland | <input type="checkbox"/> SE Schweden |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien | <input type="checkbox"/> SG Singapur |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland | <input type="checkbox"/> SI Slowenien |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich | <input type="checkbox"/> SK Slowakei |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau | <input type="checkbox"/> TR Türkei |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika |
| <input type="checkbox"/> IS Island | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> VN Vietnam |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input type="checkbox"/> LR Liberia | |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten (für die Zwecke eines nationalen Patents), die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

- ☐
- ☐

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehten.)

Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)		Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
			nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) (31. Dez. 1997) 31.12.1997		197 58 256.7	DE		
Zeile (2)					
Zeile (3)					

☒ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) 1 bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)

* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden):

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):

Datum (Tag/Monat/Jahr) Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)

ISA /

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:

Antrag : 3
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 26
Ansprüche : 7
Zusammenfassung : 1
Zeichnungen : 12
Sequenzprotokollteil der Beschreibung :
Blattzahl insgesamt : 49

Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:


1. ☐ Blatt für die Gebührenberechnung
2. ☐ Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
3. ☐ Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
4. ☐ Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
5. ☐ Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
6. ☐ Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
7. ☐ Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
8. ☐ Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
9. ☐ Sonstige (einzeln auflisten): Kopie der Ursprungsanmeldung

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):

Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird:

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.


(Dr. Wilhelm Münich)
Patentanwalt

Vom Anmeldeamt auszufüllen	
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	2. Zeichnungen <input type="checkbox"/> eingegangen: <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:	
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind): ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchengebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:

Vorrichtung zur störrarmen Signalübertragung

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Anordnung bzw. ein Verfahren zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Datenverbindungen und insbesondere von digitalen Datenverbindungen.

Stand der Technik

Die Anwendungsgebiete von digitalen Datenverbindungen erweitern sich kontinuierlich. Die digitale Signalübertragung weist in den meisten Fällen gegenüber der analogen Signalübertragung signifikante Vorteile auf. Die Kosten für Hochgeschwindigkeitsdatenkanäle verringern sich mit der Entwicklung von neuen Übertragungstechniken. Die Einzelkanalbandbreite wurde sehr kostengünstig, so daß das Multiplexen von mehreren Niedriggeschwindigkeitssignalleitungen in eine einzelne Hochgeschwindigkeitssignalleitung häufig die ökonomischste Lösung ist. Dies wurde insbesondere bei Hochgeschwindigkeitsdrehverbindern verwirklicht.

Die klassische Lösung zur Übertragung von großen Datenvolumina von sich drehenden zu stationären Teilen war die parallele Verwendung einer großen Anzahl von Schleifringwegen. Dies führte zu einer massiven Bauweise mit sehr hohem Gewicht und hohen Kosten. Mechanische Schleifringe eignen sich besonders zur Energieübertragung, aber für die Übertragung großer Datenmengen weisen sie einige signifikante Nachteile wie Bandbreitenbegrenzung, Kontaktrauschen und Ausfälle auf.

Infolge der großen Anzahl von Wegen mit einer Datenübertragungskapazität nahe an den physikalischen Grenzen der kontaktierenden Schleifringwege waren Lebensdauer und Instandhaltung ein Hauptanliegen. Die neuen kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsverbindungen überwinden alle diese Probleme und ermöglichen instandhaltungsfreie Lebensdauern mit höchster Übertragungsqualität und beinahe unbegrenzter Bandbreite.

Ein sehr wichtiger Aspekt nicht nur bei der Anwendung von kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsverbindungen, sondern von jeder elektronischen Vorrichtung ist die elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Emissionen bzw. Aussendungen sind am meisten bei drahtbasierenden Verbindungen und nicht abgeschirmten Drehverbindern kritisch, aber selbst Sender, Empfänger und Verstärker bei auf Glasfaser basierenden Verbindungen können elektromagnetische Felder aussenden.

Darstellung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird beschrieben wie die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) insbesondere von Hochgeschwindigkeitsdatenverbindungen von den gesendeten Signalen abhängt und wie diese Signale in einer derartigen Weise abgeändert werden können, so daß die elektromagnetischen Emissionen minimiert werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren ist ebenfalls für die Anwendung von kontaktlosen Hochgeschwindigkeitsdatenverbindungen insbesondere bei sehr großen offenen Einheiten wesentlich, wie die, welche für Computertomographen (CT-Abtasteinrichtungen) entworfen wurden.

Die Übertragung von beliebigen Signalen und insbesondere digitaler Signale erfolgt dem Stand der Technik entsprechend im Basisband oder moduliert, überwiegend in Form von mehr oder weniger steilflankigen,

rechteckförmigen Signalfolgen. Diese Signalfolgen haben in Abhängigkeit der jeweiligen Codierung ein ausgeprägtes, breites Linienspektrum. Dieses Spektrum kann bereits bei geschlossenen oder geschirmten Systemen, aber insbesondere bei offenen Systemen wie Drehübertragern, zu Störstrahlungen führen, welche über die in den gängigen EMV-Normen festgesetzten Grenzwerte hinausgehen können. Besonders problematisch sind hier kontaktlose, offene Übertragungssysteme, wie sie z.B. auch zur linearen Übertragung oder zur Drehübertragung angewendet werden. Explizit betroffen hiervon sind auch Leckleitungssysteme.

Zur Verringerung des Störpegels sind verschiedene Maßnahmen bekannt. So kann durch eine Tiefpaß- oder auch Bandpaßfilterung der übertragene Frequenzbereich eingeschränkt werden. Häufig ist dieses aber gerade bei breitbandigen Übertragungssystemen, wie z.B. einer Übertragung mit 200 MBaud, nur schwer möglich. So wird bei einer 200 MBaud-Strecke mindestens eine Bandbreite von 140 MHz benötigt. Eine weitere Maßnahme ist die Verringerung des übertragenen Signalpegels. Diese führt aber zu einem schlechteren Signal-Rauschabstand und damit auch bei digitalen Systemen zu einer Verschlechterung der Bitfehlerrate. Mit den dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen ist es nur schwer möglich, die EMV-Eigenschaften einer solchen Übertragungsstrecke zu verbessern, ohne die Übertragungseigenschaften selbst zu beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine digitale Übertragungsstrecke, insbesondere kontaktlose Drehübertragungsstrecke, derart zu gestalten, daß die abgestrahlten Störpegel im Sinne der derzeit gültigen EMV-Normen verringert werden, ohne die Übertragungsqualität entsprechend zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 angegebenen Mitteln gelöst. Erfindungsgemäß wird durch eine Modulation des Übertragungstaktes das übertragene Linienspektrum des Signals so verbreitert, daß die

Lücken zwischen den einzelnen Spektrallinien aufgefüllt werden und somit die mittlere spektrale Leistungsdichte verringert wird. Eine erfindungsgemäße Anordnung besteht aus einem dem Stand der Technik entsprechenden Sender, welcher einen Taktgenerator enthält sowie einer zusätzlichen Modulationseinheit, welche den Sender bzw. dessen Taktgenerator oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke derart ansteuert, daß das Spektrum verbreitert wird. Eine derartige Ansteuerung kann z.B. eine Phasen- oder auch Frequenzmodulation sein. Möglich sind aber auch Amplituden oder andere Modulationsverfahren. Weiterhin ist eine zusätzliche Steuereinheit vorhanden, die der Modulationseinheit das Modulationssignal liefert.

Dabei grenzt sich die Erfindung eindeutig von einer nach dem Stand der Technik bekannten Modulation zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften einer integrierten Schaltung nach einer Veröffentlichung der Fa. IC Works, 3725 North First Street, San Jose, CA USA vom März 1997 mit dem Titel „SPREAD SPECTRUM CLOCK GENERATOR“ ab. Die Veröffentlichung bezieht sich auf die Verbesserung der EMV-Eigenschaften bei Rechnerplatinen und nicht bei Übertragungsstrecken.

Einfluß einer spektralen Aufspreizung auf EMV-Eigenschaften

Der allgemeine Begriff Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist sehr schwer zu definieren. Es wird auf den sehr allgemeinen Standard CISPR 11 Bezug genommen. Dieser Standard definiert Grenzwerte für die maximale Emission von elektromagnetischer Energie und gibt die geeigneten Meßverfahren an. Dieser Standard bestimmt eine Messung für ausgestrahlte Emissionen in dem Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz. Die ausgestrahlte Leistung wird in Schritten von 120 kHz mit einer Bandbreite von 120kHz gemessen. Bei der Anwendung einer spektralen Aufspreizungstechnik ist es nicht unbedingt notwendig, ein gleichmäßig verteiltes Breitbandpektrum aufzuweisen; es ist nur notwendig darauf zu achten, daß jeder 120 kHz-Bereich dieselbe Energie zugeführt bekommt. Dies kann durch ein Breitbandsignal oder eine einzelne Schmalbandspitze in diesem Bereich erreicht werden. Für die meisten

Anwendungen ist das Aufspreizen dieses Spektrums in Linien mit einem Abstand von 120 kHz oder mit einem Sicherheitsabstand 100 kHz voneinander die kostengünstigste Lösung. Weiteres Spreizen dieses Spektrums erfordert die Einführung sehr niedriger Frequenzveränderungen in dem Datenstrom. Bei einigen Anwendungen treten diese Veränderungen natürlicherweise auf, z.B. wenn „Echtdaten“ wie Videosignale übertragen werden. Aber es sollte Sorge dafür getragen werden, daß in Extremsituationen, wenn z.B. das Videosignal ausgeschaltet ist und nur digitale Nullen übertragen werden, das Spektrum breit genug gespreizt wird, um die EMV-Vorschriften zu erfüllen.

Bei der Verwendung von Hochgeschwindigkeitsdigitaldatenverbindungen muß beträchtliche Vorsorge getroffen werden, um die Erfordernisse der internationalen EMV-Regelungen zu erfüllen. Mit Datenraten von einigen Hundert bis zu mehreren Tausend MBaud liegt die Grundfrequenz in dem Bereich allgemeiner Übertragungs-, Radio- und Fernseh-Bändern. Zur allgemeinen Verringerung von Interferenzen ist es besser die Informationen mit einem Breitbandsignal mit gleichmäßig verteilter niedriger spektraler Leistungsdichte zu übertragen, anstatt daß die Informationen einige diskrete Spektrallinien mit großer Leistung aufweisen.

Die Erfindung beschreibt wie allgemein verwendete digitale Datenverbindungen in einer derartigen Weise abgeändert werden können, daß das Spektrum signifikant aufgespreizt wird.

Es bestehen zwei sich ergänzende Verfahren, um dies zu erreichen. Das erste Verfahren ist die geeignete Codierung des digitalen Signals. Das weitere Verfahren ist eine Art von Frequenzmodulation. Diese Frequenzmodulation kann überall in der Verbindung ausgeführt werden, ohne daß Sender oder Empfänger beeinflußt werden.

Erfindungsgemäß wird die herkömmliche Datencodierung zur Optimierung der EMV-Eigenschaften der Verbindung vorteilhaft weitergeführt.

Aufspreizen des Trägersignals (Datentaktsignals) des Senders.

Im Sender kann der Datenzeitverlauf einfach durch Steuerung des Senderträgersignals gesteuert werden. Dies erfordert direkten Zugriff auf das Senderträgersignal. Eine herkömmliche Lösung ist das Ersetzen der Standardquarzoszillatoreinheit durch einen neuomodulierten Oszillator in derselben Einheit.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Modulationseinheit derart gestaltet, daß sie die Taktfrequenz des Taktgenerators des Senders entsprechend den Modulationssignalen der Steuereinheit frequenzmoduliert. Eine solche Ausgestaltung ist technisch besonders einfach möglich, indem im frequenzbestimmenden Element des Taktgenerators ein VCO angeordnet wird, welcher in Abhängigkeit von der an ihm anliegenden Steuerspannung die Frequenz des Taktgenerators verändert. Die Steuerspannung dieses VCO wird durch die Steuereinheit vorgegeben. Liefert die Steuereinheit nun ein niederfrequentes Signal, so ändert sich im Takte dieses Signals ebenso die Frequenz des Taktgenerators des Senders, sie wird damit frequenzmoduliert.

Frequenzmodulation

Frequenzmodulation ist der direkte Weg zur Aufspreizung des Spektrums. Serielle Standardübertragungsstrecken wie TAXIchip® oder Hot-Link® tolerieren eine statische Taktfrequenzabweichung von $\pm 0.1\%$. Um die Grenzen für Quarzoszillatortoleranzen einzuhalten, sollte die maximale Frequenzänderung weniger als 10^{-4} sein. Da wie vorstehend beschrieben eine Spreizung von Spektrallinien unterhalb 100 kHz keinen Vorteil bringt, ist die minimale Datenrate f_{Dmin} für langsame Frequenzhübe

$$f_{DMin} = \frac{100kHz}{10^{-4}} = 1GHz \quad (6)$$

aus der Formel

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{n_{Frame}} \quad (3)$$

wobei n_{Frame} die Anzahl von Bits in Datenblöcken, f_{Date} die Datentaktfrequenz und f_{Min} die untere Frequenzgrenze ist.

Dies zeigt, daß langsame Frequenzhübe bei Datenraten unterhalb 1Gbaud keine Verbesserung bringen.

Phasenmodulation

Phasenmodulation wird einfach durch Einfügen einer gesteuerten elektrischen Verzögerung in das Trägersignal (bzw. Taktsignal) erzielt. Eine niedrige Frequenz- bzw. Phasenmodulation kann durch den Empfänger PLL nachgesteuert werden, erzeugt aber keine signifikante Spreizung des Spektrums. Eine sehr hohe Frequenzphasenmodulation hat die erwünschte Wirkung auf das Spektrum, verhält sich aber wie eine zusätzliche Synchronisationsstörung des Empfängereingangs.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Modulationseinheit hinter den signalverarbeitenden und modulierenden Stufen des Senders angeordnet, so daß sie das Ausgangssignal des Senders direkt modulieren kann.

Modulation des Datenstroms

Erfindungsgemäß kann das Spektrum auch durch Modulation des Senderausgangssignals (bzw. des Datenstroms) aufgespreizt werden. Die Modulation oder Modifizierung des Senderausgangssignals (bzw. des

Datenstroms) selber weist einen großen Vorteil gegenüber der Modifizierung des Senderträgersignals (bzw. Senderdatentaktsignals) auf. Es ist keine Modifizierung im Sender selber notwendig. Das Senderausgangssignal (bzw. der Datenstrom) kann überall auf der Übertragungsstrecke modifiziert werden. So bedarf dieses System keiner Veränderung des Designs des Senders, wodurch Entwicklungskosten niedrig gehalten werden und eine nahtlose Integration in vorhandene Designs ermöglicht wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält der Sender eine durch den Steuergenerator steuerbare Verzögerungsschaltung, welche einzelne Pulse oder auch nur Signalfanken des Ausgangssignals, proportional zu einer vom Steuergenerator vorgegebenen niedrigen Modulationsfrequenz, verzögert. Im Sinne der Erfindung wird unter dem Begriff Sender die Zusammenfassung aller Einheiten verstanden, welche Daten, Signale bzw. Takte derart aufbereiten und zusammenfassen, daß sie über die Übertragungsstrecke selbst übertragen werden können. Im Sinne der Erfindung spielt es keine Rolle, ob diese Verzögerung im Taktgenerator des Senders oder in einer späteren Stufe oder erst in einer Treiberschaltung für die Übertragungsstrecke erfolgt.

Phasenschiebungsverfahren

Der beste Weg zur Modifizierung eines vorhandenen Datenstroms ohne Beeinflussung des Datensenders ist also eine gesteuerte Verzögerung einzuführen. Der Datenstrom wird einer Verzögerungssteuereinrichtung zugeführt, die den Datenstrom analysiert und ein Steuersignal V_P für die gesteuerte Verzögerungsschaltung erzeugt. Diese Schaltung verzögert den Datenstrom für eine durch V_P gegebene Zeit. Eine beinahe statische Verzögerung, die durch eine niedrige Frequenz moduliert wurde, entspricht einer Phasenmodulation. Diese Art der Phasenmodulation hat nur eine geringe Wirkung auf die Breite des Spektrums. Bei einer Phasenmodulation ist die Breite des Spektrums von der Modulationsfrequenz weitgehend unabhängig. Deshalb muß zur Aufspreizung des Spektrums der Modulationswinkel erhöht werden. Eine höhere Modula-

tion erfordert spezielle Schaltungen mit Speicherelementen und diese kann durch einfache Verzögerungselemente nicht mehr verwirklicht werden. Vorteilhafter ist eine Art von Frequenzmodulation. Frequenzmodulation ist ein Spezialfall der Phasenmodulation mit über die Zeit integrierten Phasenwinkeln.

Weiterhin kann die Phasenverschiebung vorteilhaft durch ein Taktregenerierungsverfahren vorgenommen werden.

Zusätzlich kann vorteilhaft zu der Modulation durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung befindet sich im Empfänger eine Steuereinheit, welche den Taktgenerator des Empfängers synchron zur Modulation des Senders steuert. Diese Synchronisation kann wahlweise über ein für Sende- und Empfangsseite gemeinsam verfügbares Signal, wie z.B. die Netzfrequenz, erfolgen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung befindet sich im Empfänger eine Steuereinheit, welche im Falle der Modulation der Frequenz des Taktgenerators des Senders den Taktgenerator des Empfängers synchron zu dieser Modulation steuert, so daß das Empfangssignal im Empfänger unmoduliert weiterverarbeitet werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird parallel zur Übertragungsstrecke zwischen Sender- und Empfängerseite ein zusätzliches Signal zur Steuerung der Modulation übertragen. Durch dieses zusätzliche Signal kann nun im Empfänger eine Demodulation erfolgen, welche zur Modulation im Sender synchron ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Zur Erläuterung der Erfindung sind noch Figuren angefügt. Diese zeigen:

Fig. 1 erfindungsgemäße Anordnung,

Fig. 2 Störspektrum einer typischen Übertragungsstrecke mit 190 MBaud im Basisband,

Fig. 3 Störspektrum der Übertragungsstrecke aus Fig.2 mit einer Frequenzmodulation des Taktgenerators,

Fig. 4 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signal (obere Kurve) und ein Bittakt-signal (untere Kurve),

Fig. 5 das Spektrum von 0 bis 1 GHz eines 200 MBaud 1010-PCM-Signals,

Fig. 6 ein 200 Mbaud PCM-Signal mit 10000100-Muster (obere Kurve) und Bittakt-signal (untere Kurve),

Fig. 7 das Spektrum von 0 bis 1 GHz eines 200 MBaud PCM-Signals (10000100),

Fig. 8 das Spektrum eines normalen 200 Mbaud PCM-Signals (schmale Kurve) und eines 200 Mbaud PCM-Signals mit frequenzmoduliertem Bittakt-signal (breite Kurve) bei einer angezeigten Mittenfrequenz von 100 MHz und Abstand von 10 MHz,

Fig. 9 das 200 Mbaud PCM-Signal von Fig. 8 (obere Kurve) mit frequenzmoduliertem Bittakt-signal (unter Kurve),

Fig. 10 ein 200 Mbaud PCM-PN7-Spektrum (Pseudorauschen mit 128 Bit Musterlänge) mit Spitzenamplitude von -36 dBm und Linienbeabstandung von $1,56$ MHz,

Fig. 11 ein 200 Mbaud PCM-PN15-Spektrum (Pseudorauschen mit 32768 Bit Musterlänge) mit Amplitude von -60 dBm und Linienbeabstandung von $6,1$ KHz,

Fig. 12 ein 200 Mbaud-PCM-PN17-Spektrum (Pseudorauschen mit 131072 Bit Musterlänge) mit Amplitude bei -54 dBm und Linienbeabstandung von $1,5$ KHz,

Fig. 13 eine Zufallskodierung (obere drei Kurven) und Dekodierung (untere drei Kurven), wobei das Kodieren durch eine Exklusiv-Oder-Verknüpfung der Daten mit einer Pseudoraulschfolge erfolgt,

Fig. 14 eine gesteuerte Phasenschiebeeinrichtung,

Fig. 15 eine 200 Mbaud PCM-Grundfrequenz bei 100 MHz (schmale Spitze) und das Spektrum eines phasenmodulierten Signals mit $6,28$ rad bei 10 KHz (breitere Spitze),

Fig. 16 eine 200 Mbaud PCM-Grundfrequenz bei 100 MHz (schmale Spitze) und ein Spektrum eines frequenzmodulierten Signals mit 1 MHz (breite Spitze),

Fig. 17 ein einfaches frequenzmoduliertes Signal,

Fig. 18 ein verdoppeltes Spektrum,

Fig. 19 ein FM-gespreiztes Spektrum bei niedrigem Frequenzhub,

Fig. 20 ein FM-PCM-Signal (obere Kurve) und ein Bittaktsignal (untere Kurve) mit niedrigem Frequenzhub,

Fig. 21 eine Modulation mittels Taktregenerierung,

Fig. 22 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum von 0 bis 1 GHz,

Fig. 23 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit 8B/10B-Kodierung von 0 bis 1 GHz,

Fig. 24 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit 8B/10B-Kodierung und FM von 0 bis 1 GHz, und

Fig. 25 ein 200 MBaud 1010-PCM-Signalspektrum mit Pseudoräuschkodierung von 0 bis 1 GHz.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung bestehend aus einem Sender (1), welcher über die Übertragungsstrecke (2) mit dem Empfänger (3) verbunden ist. Der Sender (1) enthält einen Modulator (4) und wird über die Steuereinheit (5) gesteuert. Durch diese Steuereinheit wird nun das Modulationssignal zur Modulation des Signals des Senders bzw. der Frequenz des Taktgenerators derart erzeugt, daß das Spektrum des Ausgangssignals, welches über den Datenkanal (2) übertragen wird, verbreitert wird. Für den Stand der Technik entsprechende Empfängerschaltungen ist eine geringfügige Modulation, insbesondere eine Frequenzmodulation des Sendersignals kein Problem. Die Änderung der Frequenz, insbesondere bei einer niedrigen Modulationsfrequenz, wird problemlos durch die zur Daten- und Taktrekonstruktion im Empfänger vorhandene PLL ausgeregelt.

Fig. 2 zeigt das in einer Absorberhalle gemessene Spektrum, welches von einem dem Stand der Technik entsprechenden Sender über die Datenstrecke (2) abgestrahlt wird.

Fig. 3 zeigt das Spektrum einer erfindungsgemäßen Anordnung, wobei durch den Steuergenerator das Signal des Senders mit einem Frequenzhub von 2 MHz moduliert wird. Dadurch fallen auch spektrale Anteile in die Lücken zwischen den Spektrallinien. Bei einer gleichen Ausgangssignalamplitude wird die Leistungsdichte bei den einzelnen Frequenzen dadurch verringert. Die Verringerung der maximalen Amplitude liegt bei etwa 16 dB.

Frequenzspektrum digitaler Signale

Wie bei beinahe jeder digitalen Datenverbindung ist der Datenstrom im PCM-Format, was bedeutet, daß nur zwei digitale Pegel, nämlich null und eins vorliegen. Die Informationen sind in dem Vorhandensein von Nullen und Einsen in bestimmten Zeitfenstern enthalten. Für ein Signal mit abwechselnden Nullen und Einsen entspricht die Wellenform einer symmetrischen Rechteckwelle (Fig. 4) mit einer Frequenz, die der Hälfte der Bittakrate entspricht.

Ein derartiges Signal weist das hinreichend bekannte Spektrum auf, welches in Fig. 5 dargestellt ist.

Es zeigen sich nur ungerade harmonische mit linear sinkender Amplitude. Gerade harmonische treten nur auf, falls das Signal unsymmetrisch ist. Weist das Signal andere Muster mit größeren Zeitintervallen von Nullen und Einsen wie das Signal in Fig. 6 auf, dann erscheinen in dem Spektrum Seitenbänder mit Offsets von mehrfachen der Frequenzkomponenten dieser längeren Zeitintervalle. Dies führt von einem einfachen Nadelspektrum zu einem mehrdiversifiziertem Spektrum wie es in Fig. 7 dargestellt ist.

Liegen viele unterschiedliche Muster wie in unterschiedlichen Kombinationen vor wird das Spektrum mehr und mehr diversifiziert. Für die meisten digitalen Signale ist die durchschnittliche elektrische Leistung der Daten konstant. Bei einer Messung über einem längeren Zeitintervall sind die Anzahlen von Nullen und Einsen annähernd gleich. So ist die durchschnittliche Leistung P_{Mean} eines zufälligen binären Signals die mittlere Leistung von null P_0 und von eins P_1 .

$$P_{\text{Mean}} = \frac{1}{2} \cdot (P_0 + P_1) \quad (1)$$

Bei einer spektralen Darstellung der Summe aller Amplituden \bar{A}_i der spektralen Linien muß diese deshalb gleich diesem Wert sein:

$$P_{\text{Mean}} = \sum_i \bar{A}_i \quad (2)$$

Verringerung der spektralen Leistungsdichte

Bei unserem ersten Beispiel (Fig. 4) mit einem Muster 1010 liegen hohe Energiepegel an der Basisfrequenz des Signals und deren Harmonischen vor. Falls das Signal zu zusätzlichen Frequenzen gespreizt wird, muß dann die Energie der einzelnen Spektrallinien sinken, da die Gesamtenergie konstant ist. So führt theoretisch das unbegrenzte Aufspreizen der Bandbreite zu unbegrenzt niedrigen Energiedichten. In der Praxis gibt es jedoch einige Begrenzungen.

Obwohl Bandbreiten nicht sehr teuer sind, so sind es unbegrenzte Bandbreiten. So verwendet ein guter Entwurf einer Datenverbindung nicht viel mehr Bandbreite als für die Übertragung der Informationen erforderlich. Aber selbst das Auffüllen der Lücken zwischen den Spektrallinien würde eine erhebliche Verbesserung bringen. Zur Optimierung

einer Datenverbindung sollte die Codierung und das Formen eines Signales derart sein, daß keine zusätzliche Bandbreite erforderlich ist und daß anstelle von einzelnen Spektrallinien ein konstantes Leistungsspektrum mit frequenzunabhängigen Leistungsdichten vorliegt. Fig. 8 zeigt ein typisches Nadelpektrum eines 1010 Signals und mit der zweiten Kurve das Spektrum desselben Signals, das für eine breitere Bandbreite mit einer 2 MHz-Frequenzmodulation (FM) abgeändert wurde. In Figur 9 sind dasselbe Signal und dessen Taktsignal in dem Zeitfenster eines Oszilloskops angezeigt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Signalen.

Dies zeigt, daß die EMV-Eigenschaften einer digitalen Verbindung durch leichte Abänderung des Signals signifikant verbessert werden können. Es werden unterschiedliche Verfahren zur Spreizung des Spektrums nachstehend beschrieben.

Allgemeine Datencodierungsschemata

Gewöhnlich werden Daten in Blöcken gepackt, die einen zusätzlichen Block und Fehlerüberprüfungsbits enthalten. Diese zusätzlichen Bits sind ebenfalls zur Synchronisation des Datenempfängers zu dem Sender notwendig. Häufig wird eine bestimmte Codierung wie 8B/10B zur Ausführung dieser Aufgaben verwendet. Auf diese Weise würde ein extrem langer Datenstrom bestehend nur aus Nullen und Einsen niemals auftreten. Typische Blöcke die Synchronisations- und Fehlerkorrekturbits aufweisen, haben Größen n_{Frame} von etwa 10 bis 20 Bits. Dies ergibt eine niedrigere Frequenzbegrenzung und eine Beabstandung der Spektrallinien mit der Blockwiederholungsrate, selbst falls die Daten nur Nullen oder Einsen enthalten. Mit einer Datentaktrate f_{Data} ist die untere Frequenzbegrenzung f_{Min} und die minimale Beabstandung der Spektrallinien gleich:

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{n_{Frame}} \quad (3).$$

Zusätzlich werden die Daten gewöhnlich codiert, um gleichstromfrei zu sein, und zur Erhöhung der Redundanz für eine einfache Fehlererfassung. Sowohl eine Datenverpackung als auch eine Codierung ermöglichen die Aufspreizung des Spektrums. Eine kleine Packungsdichte bewirkt eine relativ hohe Packungswiederholungsrate und deshalb eine mäßige Spektrumsspreizung. Beispielsweise ergibt ein 10-Bit-Block bei einer Datentaktsignalarate von 200 MHz eine spektrale Linienbeabstandung von:

$$f_{Min} = \frac{200MHz}{10} = 20MHz \quad (4).$$

Dies bedeutet, daß in dem Spektrum nicht nur spektrale Linien bei 100 MHz, 300 MHz, 500 MHz, usw. sondern zusätzlich Linien erscheinen, die bei 20 MHz beabstandet sind. Dies ergibt fünfmal mehr Spektrallinien mit einem durchschnittlichen Absinken in der Leistung von 7 dB. Solch eine Codierung allein ist für eine wirksame EMV-Verbesserung nicht ausreichend genug.

Pseudozufallsmuster

Ein Datenstrom mit einer Zufallsfolge von Nullen und Einsen ergibt eine sehr gleichmäßige spektrale Verteilung. Theoretisch würde eine unbegrenzte Zufallsfolge ein perfektes Spreizungsspektrum mit einer konstanten spektralen Leistungsdichte bewirken. Nachteiligerweise kann ein derartiger Datenstrom die erwünschten Informationen nicht enthalten. Um dieses Problem zu lösen, können deterministische Pseudozu-

fallsmuster verwendet werden. Diese bestehen aus einer vorbestimmten, reproduzierbaren Folge von Bits. Gewöhnlicherweise ist die Länge dieser Muster festgelegt. Diese Muster werden Pseudozufallsmuster genannt, da sie auf den ersten Blick wie eine Zufallsfolge aussehen, aber sie haben eine festgelegte Folge und können vorhergesagt werden. Eine wirkliche Zufallsfolge kann niemals vorhergesagt werden.

Einfluß der Musterlänge auf die spektrale Dichte

In der Praxis verwendete Pseudozufallsmuster weisen eine begrenzte Musterlänge auf. Nach der Sendung von n_p Bits wird dasselbe Muster wiederholt. Die Gründe für kurze Muster sind begrenzte Speicher für die Muster und eine einfachere Synchronisation. Ein langes Muster und deshalb eine niedrige Musterwiederholungsrate bewirken niedrige Frequenzkomponenten in dem Signal und deshalb eine nahe Spektrallinienbeabstandung. Der minimale Abstand Δf benachbarter Spektrallinien ist umgekehrt proportional zu der Zufallsmusterlänge n_p :

$$\Delta f = \frac{f_D}{n_p} \quad (5)$$

Somit ist eine große Musterlänge für eine niedrige Spektrallinienbeabstandung wünschenswert. Der Einfluß der Musterlänge ist in den Figuren 10, 11 und 12 dargestellt.

In Fig. 10 sind die Spektrallinien mit 1,56 MHz beabstandet, ihre Amplituden betragen -36dBm. Wird wie in Fig. 11 dargestellt eine längere Codefolge ausgewählt, wobei die Musterlänge um das 256fache größer ist, dann sind die Spektrallinien um 6,1 KHz beabstandet. Dies ist unterhalb der Auflösung des Spektralanalysators, der eine gerade Linie anzeigt. Die Amplitude der Spektrallinien (die zu der Amplitude der Linie

identisch ist) ist mit -60 dBm exakt $1/256$ der vorhergehenden Amplitude von -36 dBm. Eine vierfach größere Musterlänge wird in Fig. 12 angewendet, woraus sich eine viermal niedrigere (-6 dB) Signalamplitude ergibt.

Anwendung von Pseudozufallsmustern nach dem Stand der Technik.

Eine einfache Annäherung für sehr kurze Pseudozufallsfolgen ist ein Codierschema wie die allgemein verwendete 4 B/5 B- oder 8B/10B-Codierung. Hier werden 8 Bit Binärzahlen in eine Folge von 10 sich verändernden Bits codiert. Auf diese Weise wird sich selbst aus einer 0 nicht eine lange Folge von Null-Bits ergeben. Diese Muster ergeben einen leichten Spreizungseffekt, aber ergeben eine gleichmäßigere Spektralverteilung.

Ferner sind eine sehr übliche Verwendung von Pseudozufallsmustern Bit-Fehlerrateentests, bei denen das Breitbandpektrum dieser Muster eine vollständige Überprüfung des gesamten Übertragungssystems erlauben.

Statische Muster

Die meisten seriellen Sender verwenden ein Leerzeichen, wenn keine Daten zu senden sind. Dieses Leerzeichen ist ein eindeutiges Muster, das die Identifikation als „keine Daten“ ermöglicht und weiter ermöglicht, daß der Empfänger zu dem Sendertaktsignal synchronisiert wird. Gewöhnlich liegt nur eine Art von Leerzeichenmuster vor. Werden keine Daten für längere Zeitdauern gesendet, dann wird nur dieses Muster über die Verbindung gesendet. Es weist dieselbe Länge wie ein Standarddatenwort auf und hat deshalb eine vergleichsweise hohe untere Frequenz und eine Spektrallinienbeabstandung, die sich aus Gleichung (5) ergibt. Gewöhnlicherweise weisen derartige Muster keine gerade

Verteilung ihrer Spektrallinien auf. Folglich kann eine Hochgeschwindigkeitsdatenverbindung ausgezeichnete EMV-Eigenschaften aufweisen, wenn reale Daten gesendet werden. Aber in dem Moment, wenn die Sendung beendet wird und ein Leerzeichen gesendet wird, sind die EMV-Eigenschaften sehr verschlechtert. Diese statische Muster sind der ungünstigste Fall für eine elektromagnetische Emission bzw. Aussendung. Falls eine Sendung dieser Muster über längere Zeitdauern nicht vermieden werden kann, sollten die EMV-Messungen unter diesen Bedingungen ausgeführt werden.

Bei der Festlegung eines guten Systems sollten derartige statische Muster unter allen Umständen vermieden werden. Dies kann durch Senden sich verändernder Abnehmerleerzeichen oder durch Senden einer Pseudozufallsfolge erfolgen, die den Leerzeichenzustand signalisieren. Selbst eine lange Folge von Nullcodes kann akzeptiert werden, falls es mit einem Pseudorausschsignal mit einer langen Musterlänge codiert wird.

Erfindungsgemäße Verfahren zur Aufspreizung der Bandbreite

Wie es vorstehend beschrieben wurde, gibt es unterschiedliche Wege zur Aufspreizung des Spektrums. Die beste Wirkung auf die elektromagnetische Aussendung wird erhalten, wenn zumindest zwei Verfahren, die einander ergänzen, angewendet werden. Eine sehr gute Kombination ist eine Pseudorausschdatencodierung zusammen mit einer Art von Datenzeitverlaufmodulation. Der Datenzeitverlauf kann auf unterschiedliche Weisen moduliert werden. Ein Weg ist die Abänderung des ursprünglichen Datentaktsignals beim Sender. Ein weiterer Weg ist die Abänderung des Zeitverlaufs des Datenstroms selber.

sen dem Parallel-Serienumsetzer Daten zugeführt werden. Dies kann durch eine einfache Softwareveränderung erfolgen. Anstelle daß keine Daten gesendet werden, können dieselben Blöcke gesendet werden, die für Daten verwendet werden, aber diese sind mit Nullen oder einigen anderen Mustern aufgefüllt, die als „keine Daten“ identifiziert werden können. Wird der Strom von Nullen mit dem Zufallsmuster exklusiv-ODER-verknüpft, so ergibt dieses ein perfektes Zufallsmuster in der Datenverbindung und deshalb beste EMV-Eigenschaften. Beim Empfänger kann der Strom von Nullen nach der Exklusiv-ODER-Verknüpfung mit dem Zufallsmuster leicht als keine Daten identifiziert werden.

Wie es vorstehend dargestellt wurde, ist der Spektrallinienabstand umgekehrt proportional zu der Pseudozufallsmusterlänge. Der minimale Spektrallinienabstand kann durch die Gleichung (3) berechnet werden. Zur Ergänzung der Datencodierung sollte eine Zeitverlaufmodulationstechnik angewendet werden. Wenn keine sehr langen Codefolgen verwendet werden, kann eine Datencodierung am besten eine grobe Spreizung bewirken, wohingegen eine Zeitverlaufmodulation am besten eine feine Spreizung bewirken kann.

Aufspreizen des Datentaktsignals

Im Einleitungsteil wurden die Frequenzmodulation und die Phasenmodulation beschrieben.

Um eine Verbesserung für untere Datenraten bei der Frequenzmodulation zu bewirken, muß der Takt für mehr als die erlaubten 10^{-4} verschoben werden. Dies kann durch synchrones Verschieben des Sender- und Empfängertakts erfolgen. Um dies auszuführen, muß eine Niederfrequenznachrichtenübermittlung zwischen Sender und Empfänger vorlie-

gen. Solche Informationen können über eine zusätzliche Niederfrequenzleitung oder in dem Fall von Drehverbindern durch einen herkömmlichen Schleifringweg gesendet werden. Hier sind Rauschen und Bandbreite nicht kritisch. Ein anderer Weg ist die Verwendung einiger schon gemeinsam verfügbarer Signale wie bei einer Wechselstrom-(AC-) Energieleitung zur Synchronmodulation von Sender- und Empfängertakt. Somit ist kein zusätzliches Signal notwendig.

Bessere Ergebnisse können durch Modulation des Taktsignals mit einer sehr hohen zeitproportionalen Frequenz erreicht werden. Die Modulation sollte sehr schnell sein, so daß der Empfänger-PLL den Frequenzveränderungen nicht folgen kann. Falls die Gesamtphasenverschiebung zu groß ist, kann der Empfänger Daten verlieren. In diesem Fall kann ein ähnliches Verfahren, wie es im Einleitungsteil unter Phaseschiebungsverfahren beschrieben wurde, angewendet werden. Im allgemeinen sollte diese Lösung an die Verbindung und deren tatsächliche Datentaktrate angepaßt sein.

Im Einleitungsteil wurden die Modulation des Datenstroms und das Phasenschiebungsverfahren dargestellt. Fig. 14 zeigt ein Blockschaltbild der Schaltung des Phasenschiebungsverfahrens.

Fig. 15 zeigt ein phasenmoduliertes Signal mit einer 6,28 rad-Modulation bei 10 KHz. Diese Phasenverschiebung von 6,28 rad entspricht eine volle Periode.

Fig. 16 zeigt eine Art der Frequenzmodulation mit einer Frequenzmodulation bei 1 MHz. Frequenzmodulation ist ein Spezialfall einer Phasenmodulation mit über die Zeit integrierten Phasenwinkeln.

Ein einfaches Beispiel eines derartigen frequenzmodulierten Signals ist in Fig. 17 dargestellt.

Das Eingangssignal weist eine konstante Taktrate auf. Dies bedeutet, daß alle Zeitintervalle $t_n - t_{n-1}$ dieselbe Breite aufweisen. Bei einer gesteuerten Verzögerungsschaltung weisen die Taktsignalveränderungen zu Zeitpunkten t_0, t_2, t_4, t_6, t_8 keine Verzögerung auf, wohingegen die Veränderungen bei Zeitpunkten t_3, t_7 eine kleine positive Verzögerung Δt aufweisen und die Veränderungen bei Zeitpunkten t_1, t_5 weisen eine kleine negative Verzögerung $-\Delta t$ auf. Folglich ist der erste Taktsignalzyklus T_1 länger als der zweite Taktsignalzyklus T_2 . Somit kann T_1 durch folgende Formel ausgedrückt werden:

$$T_1 = T_2 + 2 \times \Delta t \quad (7).$$

Deshalb sind die Basisfrequenzen beider Taktsignalzyklen gleich:

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2 + 2 \cdot \Delta t} \quad (8)$$

$$f_2 = \frac{1}{T_2} \quad (9).$$

Nun wurde die Anzahl der Spektrallinien verdoppelt (Fig. 18).

Zur weiteren Erhöhung der Anzahl von Spektrallinien können zusätzliche Frequenzen f_1 und f_2 eingeführt werden. Um dies zu erreichen, muß nur die Verzögerung Δt gemäß den Gleichungen (8) und (9) abgeändert werden.

Zu diesem Zweck wird die Verzögerungsteuereinrichtung durch einen zusätzlichen Modulationsgenerator gesteuert, der die Verzögerungsteuereinrichtung dazu zwingt, alle Verzögerungen zwischen Δt_{Min} und Δt_{Max} mit einer sehr niedrigen Frequenz zu durchlaufen. Somit werden die spektralen Lücken zwischen f_1 und f_2 aufgefüllt, wie es in Fig. 19 dargestellt ist.

Infolge der sehr kleinen zusätzlichen Verzögerungen verhält sich das Signal wie ein Signal mit zusätzlichen niedrigen Synchronisationsstörungen (Jitter) (Fig. 20). Dieses zusätzliche Jitter weist zwei spektrale Komponenten auf, die zu berücksichtigen sind. Zuerst verhält sich die Hochfrequenzmodulation wie wirkliches Jitter. Es beeinflusst die Verbindungseigenschaften. Aber für kontaktlose Drehverbinder, die ein Jittern von 5% aufweisen, ist ein zusätzliches Modulationsjittern von 5 % akzeptabel. Die meisten Digitalverbindungsempfänger akzeptieren ein Jittern von 20 % ohne Beeinträchtigung. Zweitens wird die Niederfrequenzkomponente des Modulationsgenerators so ausgewählt, daß eine Dauer etwas kürzer als die Dauer der Integration der EMV-Messung ist. Für Messungen gemäß CISPR 11 ist die Dauer 10 ms. Somit sollte die Modulationsfrequenz oberhalb 100 Hz liegen. Diese niedrige Frequenz wird durch alle Empfänger-PLLs beseitigt.

Taktregenerierungsverfahren

Ein weiterer Weg zur Änderung der spektralen Eigenschaften des Datenstroms ist die Verwendung einer vollständigen Synchronisations-(retiming-) Schaltung. Fig. 21 zeigt die grundsätzliche Arbeitsweise. Der Datenstrom wird einer PLL-Schaltung zur Wiedergewinnung bzw. Regenerierung des Datentakts zugeführt. Dieses regenerierte Taktsignal wird einer Synchronisations-(retiming-) Schaltung für den Datenstrom

zugeführt. Eine zusätzliche Modulationserzeugungseinrichtung ändert die PLL-Frequenz zur Modulation des Datenstroms ab.

Diese Schaltung verhält sich ähnlich wie die vorstehend beschriebene Schaltung, aber sie führt zusätzlich eine Synchronisation (retiming) und deshalb eine Verringerung des Jitterns in dem Datenstrom aus. Es bestehen zwei Möglichkeiten zur Steuerung des PLLs. Die erste Möglichkeit ist das Digital-PLL-Ausgangssignal zu ändern und zusätzliche Verzögerungen einzubringen. Eine weitere Möglichkeit ist die Steuerung des VCO durch ein analoges Signal. Um dies auszuführen, könnte der VCO zuerst einen kleinen negativen Impuls zugeführt bekommen, der zu dessen Steuerspannung zugeführt wird, und nach einer oder mehreren Dauern wird diesem ein kleiner negativer Impuls zugeführt, der dieselbe Amplitude aufweist. Daraus ergibt sich eine schnelle Kurzzeitfrequenzveränderung, die selbst so schnell ist, daß der PLL selbst nicht darauf reagieren kann.

Wie bei der Taktmodulation geht in den Datenstrom zusätzliches Jittern ein.

Messungen an abgeänderten Digitalsignalen

Einige abschließende Messungen zeigen den Nutzen eines PCM-Signals mit gespreiztem Spektrum. In Fig. 22 ist der ungünstigste Fall eines 1010-PCM-Signals bei 200 Mbaud gezeigt. Hier ist der Spitzenwert der Amplitude bei 100 MHz gleich -14,7 dBm. Wird ein echtes 8B/10B-codiertes Signal verwendet, so sieht das Spektrum wie in Fig. 23 dargestellt aus. In diesem Beispiel ist nun die maximale Amplitude gleich -20,6 dBm und der Mindestabstand der Spektrallinien ist 20 MHz. Infolge der Kurzlängencodierung ist dieses Spektrum nicht gleichmäßig gespreizt. Es weist keine konstante Leistungsdichte auf, was wün-

schenswert wäre, aber dafür einige Spitzenwerte mit Nullen dazwischen. Aber selbst dieses führt zu einer Verbesserung von etwa 6dB über dem ungünstigen Fall eines 1010-Signals.

Wird eine Frequenzmodulation an dem 8B/10B-Signal angewendet, so ergibt sich das Spektrum gemäß Fig. 24. Nun ist die maximale Amplitude gleich -25,3 dBm mit einer erneuten Verbesserung von 5dB. Hier füllt die Frequenzmodulation nur die Lücken zwischen den 8B/10B-Signalspektrallinien auf, aber sie kann das Spektrum nicht glätten. Eine Codierung mit einer Langpseudorandfolge mit einer Musterlänge von 128 Bits ergibt ein sehr gleichmäßiges Spektrum mit einer maximalen Amplitude von -32,5 dBm, wie es in Fig. 25 dargestellt ist. Die gemessenen Werte bestätigen die theoretischen Betrachtungen. Einige Abweichungen sind durch Beschränkungen und Vereinfachungen des theoretischen Modells verursacht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender zu einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke, insbesondere bei Drehübertragern, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation moduliert, so daß das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitert und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignales reduziert wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig vom Übertragungstakt derart moduliert wird, daß das Linienspektrum des Senderausgangssignals verbreitert wird, so daß durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien die mittlere spektrale Leistungsdichte reduziert wird.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Steuereinheit die Modulationseinheit steuert.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender einen Taktgenerator aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit den Taktgenerator zur Verbreiterung des Linienspektrums entsprechend ansteuert.
6. Anordnung nach Anspruch 5,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit die Taktfrequenz des Taktgenerators frequenzmoduliert.
7. Anordnung nach Anspruch 6,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
8. Anordnung nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Steuereinheit den VCO einstellt.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator

vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.

12. Anordnung nach Anspruch 11,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.
13. Anordnung nach Anspruch 12,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender eine PLL-Einrichtung aufweist.
15. Anordnung nach Anspruch 14,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders liegt.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch **gekennzeichnet**, daß im Empfänger eine Steuereinheit vorhanden ist, welche den Empfänger synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit im Sender oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke steuert, so daß das Empfangssignal im Empfänger zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sen-

der bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch **gekennzeichnet**, daß ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger übertragen wird.
19. Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender zu einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke, insbesondere bei Drehübertragern,
gekennzeichnet durch durch eine Modulationseinheit ausgeführte Modulation des zu übertragenden Signals, des Trägersignals des Senders im Sender oder des Senderausgangssignals an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation, zur Verbreiterung des Ausgangssignalspektrum des Senders und damit zur Reduzierung der spektralen Leistungsdichte des Senderausgangssignales.
20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Reduzierung der mittleren spektralen Leistungsdichte durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,
gekennzeichnet durch Steuern der Modulationseinheit durch eine Steuereinheit.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender einen Taktgenerator aufweist.
23. Verfahren nach Anspruch 22,
gekennzeichnet durch entsprechendes Ansteuern des Taktgenerators durch die Modulationseinheit zur Verbreiterung des Linienspektrums.
24. Verfahren nach Anspruch 23,
gekennzeichnet durch Frequenzmodulation der Taktfrequenz des Taktgenerators durch die Modulationseinheit.
25. Verfahren nach Anspruch 24,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
26. Verfahren nach Anspruch 25,
gekennzeichnet durch Einstellen des VCO durch die Steuereinheit.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke unabhängig von

der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 28,
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Modulationseinheit im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.
30. Verfahren nach Anspruch 29,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Modulationseinheit eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.
31. Verfahren nach Anspruch 30,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 31,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Sender eine PLL-Einrichtung aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 32,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders liegt.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 33,
dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 34,
dadurch **gekennzeichnet**, daß im Empfänger eine Steuereinheit
vorhanden ist, welche den Empfänger synchron zur Modulation
durch die Modulationseinheit im Sender oder an einer beliebigen
Stelle der Übertragungsstrecke steuert, so daß das Empfangssignal
im Empfänger zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiter-
verarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sen-
der bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger wahlweise über das
Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender bzw.
Übertragungsstrecke und Empfänger gemeinsam verfügbares Signal
erfolgen kann.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 35,
dadurch **gekennzeichnet**, daß ein zusätzlicher Übertragungsweg
zwischen Sender bzw. Übertragungsstrecke und Empfänger vorhan-
den ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steue-
rung der Modulation von Sender bzw. Übertragungsstrecke und
Empfänger übertragen wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Digitale Signalübertragungseinrichtungen besitzen meist ein ausgeprägtes, breitbandiges Störspektrum, welches die Einhaltung der derzeit geltenden EMV-Normen stark erschwert.

Vorhandene Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften beeinflussen die Übertragungsqualität und die Störsicherheit.

Durch die erfindungsgemäße Verfahren wird das Trägersignal bzw. Ausgangssignal des Senders moduliert, so daß eine Aufweitung der schmalen Spektrallinien und eine Absenkung der spektralen Leistungsdichte erfolgt.

Fig. 1:

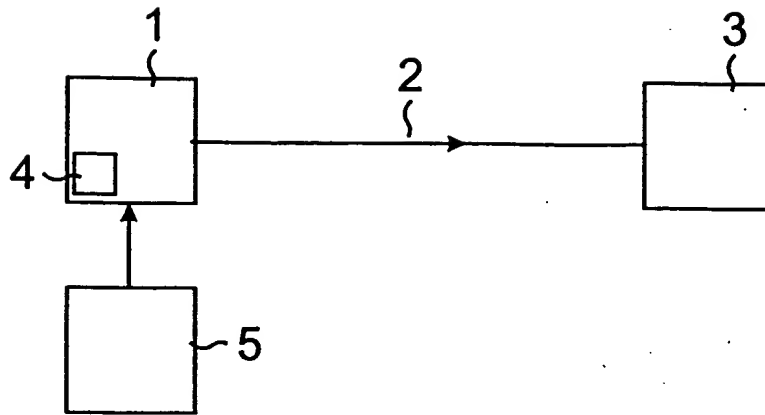


Fig. 2:

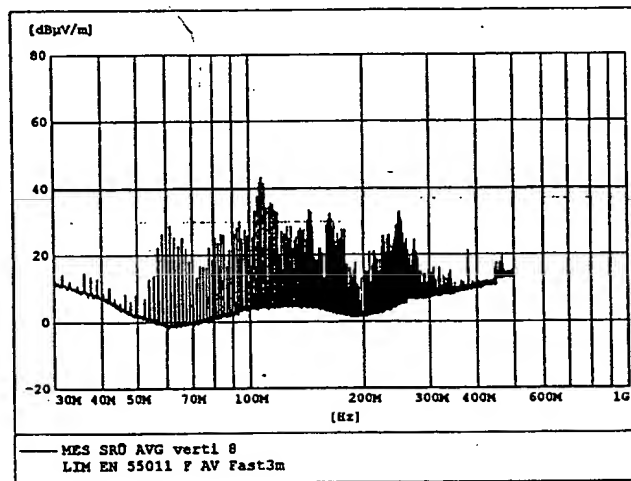
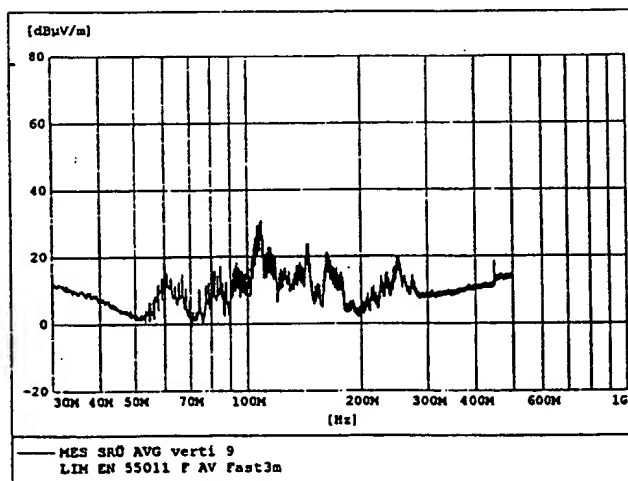


Fig. 3:



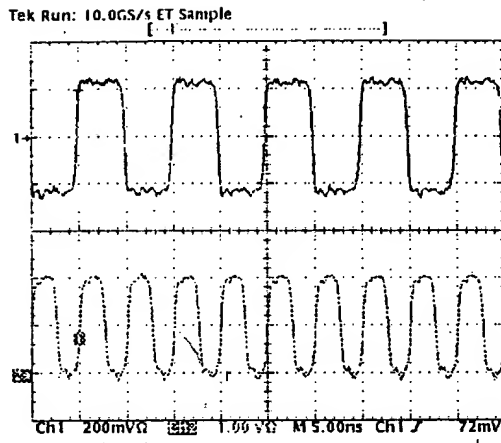


Fig. 4

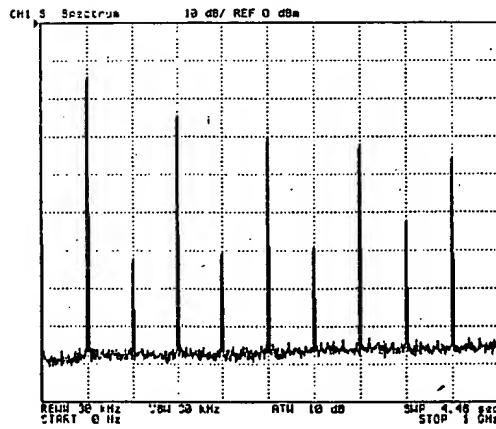


Fig. 5

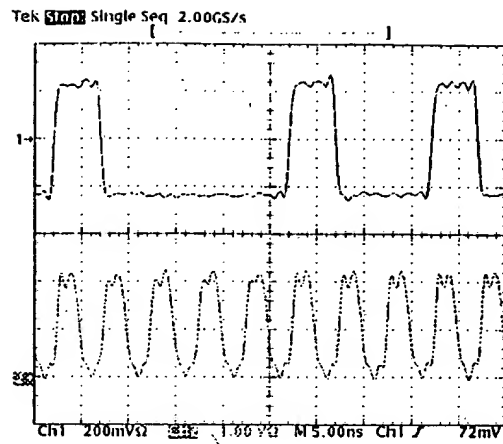


Fig. 6

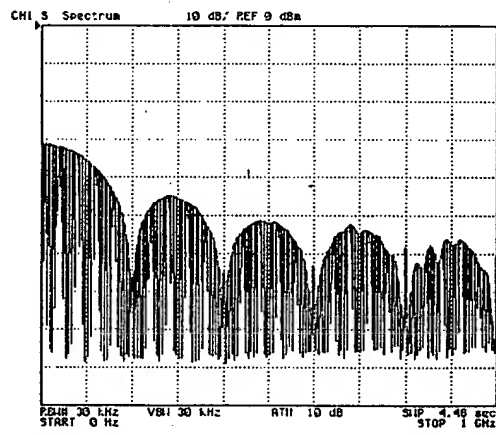


Fig. 7

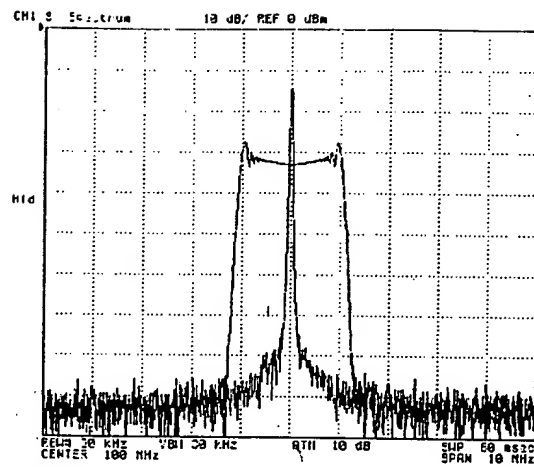


Fig. 8

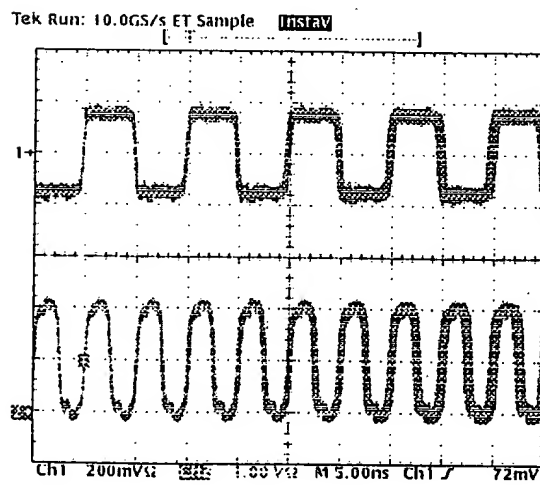


Fig. 9

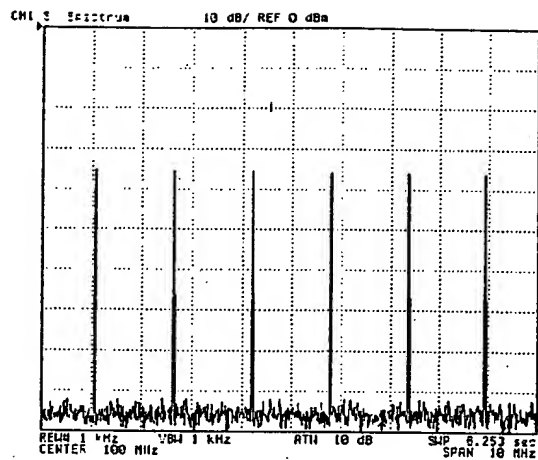


Fig. 10

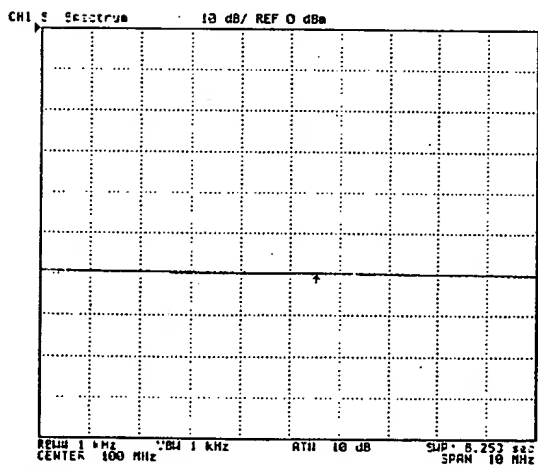


Fig. 11

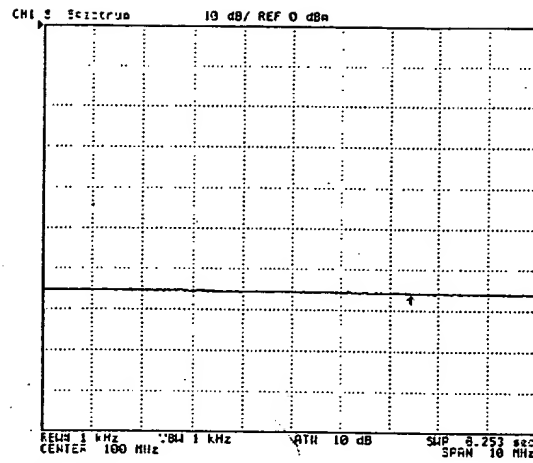


Fig. 12

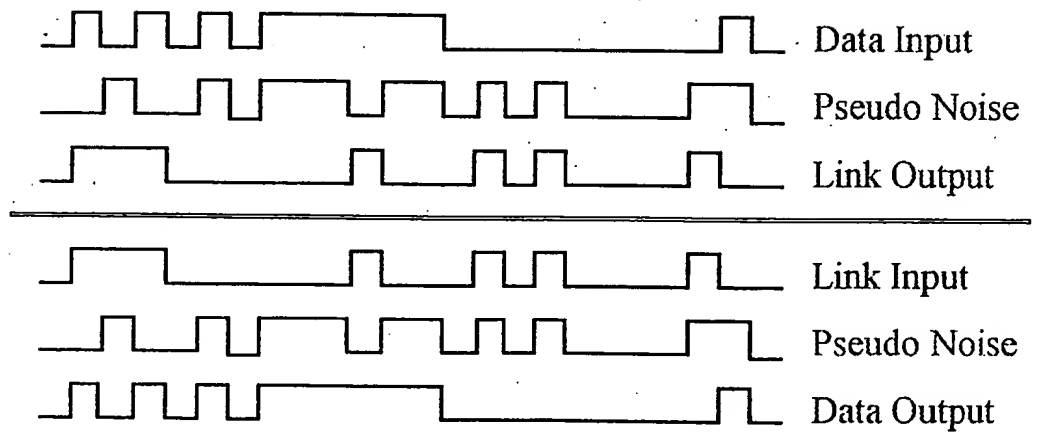


Fig. 13

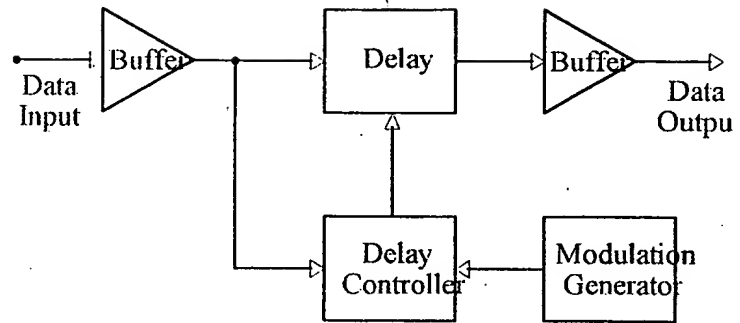


Fig. 14

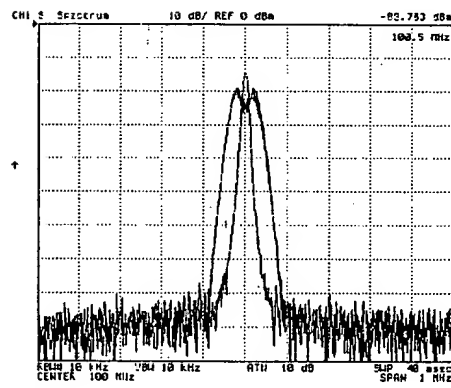


Fig. 15

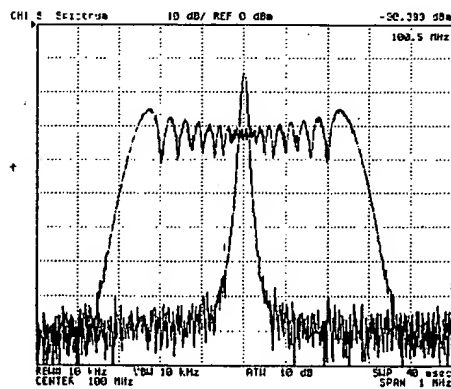


Fig. 16

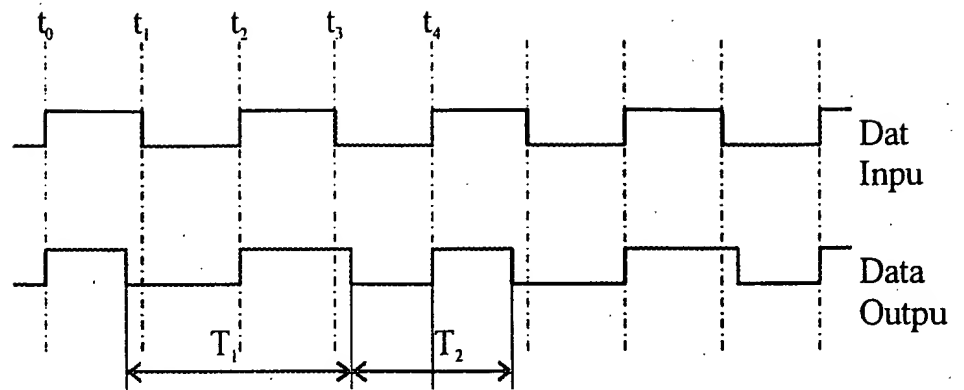


Fig. 17

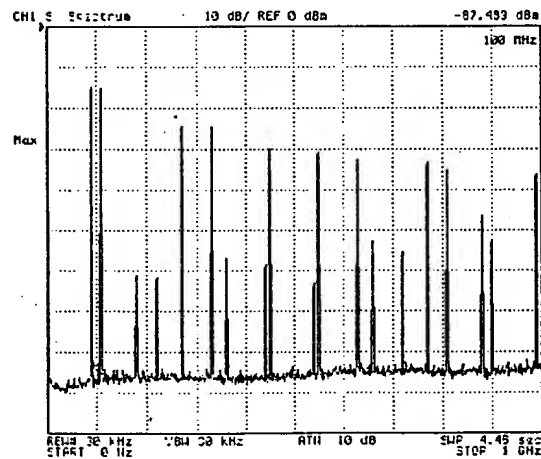


Fig. 18

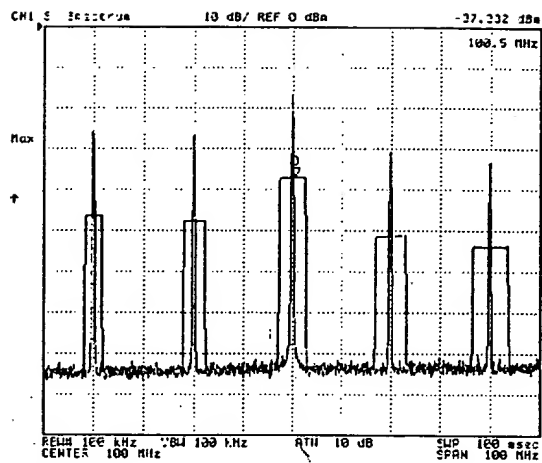


Fig. 19

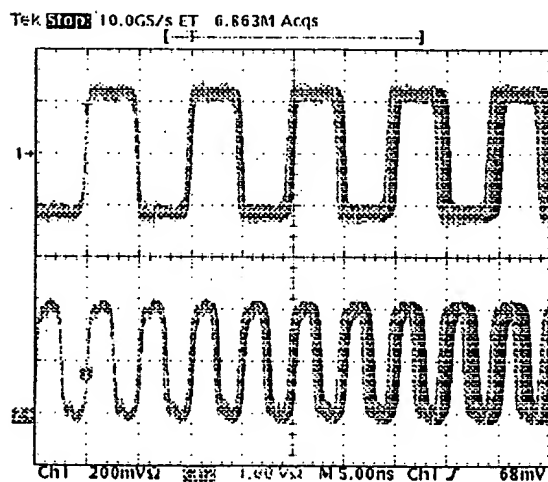


Fig. 20

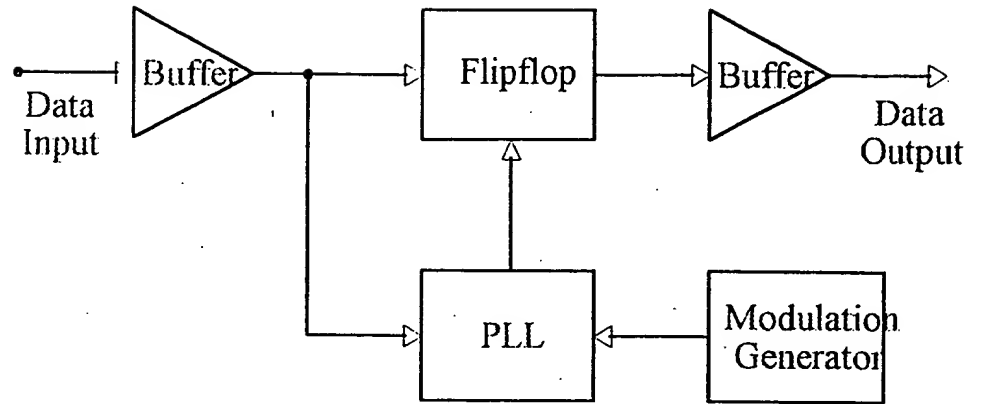


Fig. 21

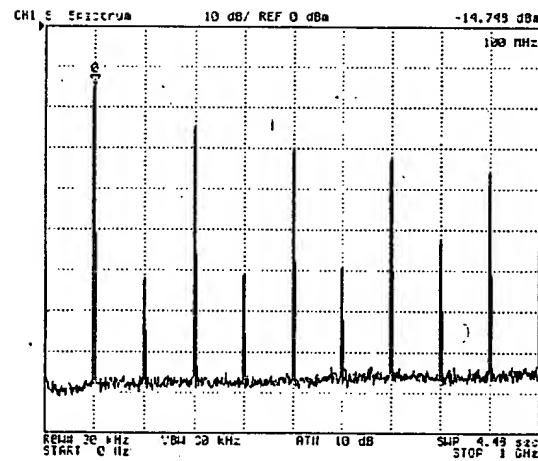


Fig. 22

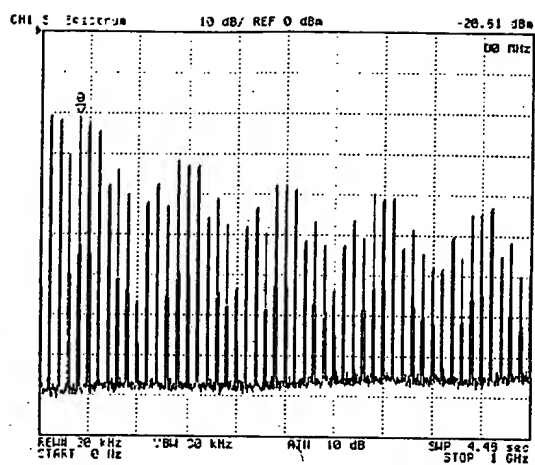


Fig. 23

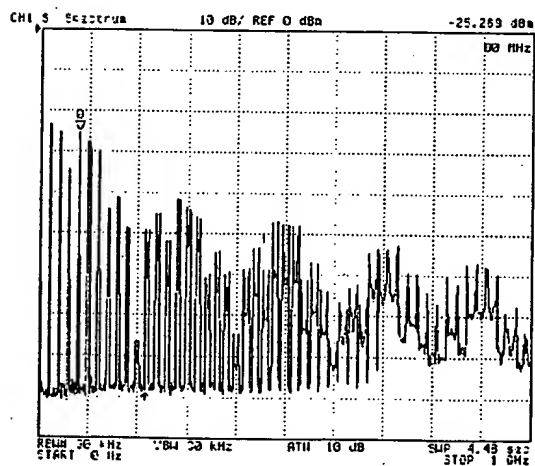


Fig. 24

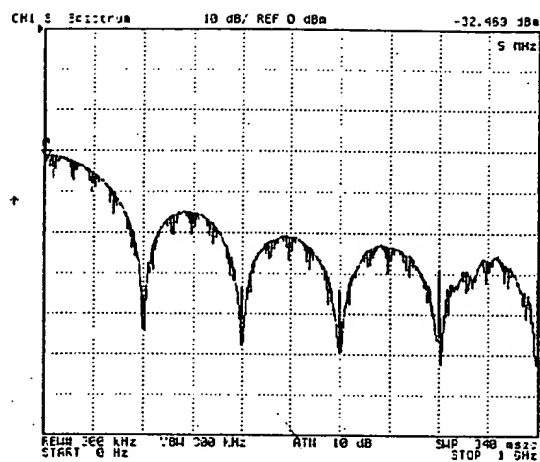


Fig. 25

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

MÜNICH, Wilhelm
Wilhelm-Mayr-Strasse 11
D-80689 München

EMERGENCY
EINGEGANGEN

23. Juli 1999

Anwaltskanzlei
Dr. MÜNICH & KOLLEGEN

Date of mailing (day/month/year) 15 July 1999 (15.07.99)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference SR 97/05 PCT			
International application No. PCT/DE98/03811	International filing date (day/month/year) 31 December 1998 (31.12.98)	Priority date (day/month/year) 31 December 1997 (31.12.97)	
Applicant SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
EP,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on
15 July 1999 (15.07.99) under No. WO 99/35769

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF
THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

Date of mailing (day/month/year) 15 July 1999 (15.07.99)	IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference SR 97/05 PCT	International application No. PCT/DE98/03811
<p>The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.</p>	

GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

MÜNICH, Wilhelm
Wilhelm-Mayr-Strasse 11
D-80689 München
ALLEMAGNE

PCT

SCHRIFTLICHER BESCHIED
(Regel 66 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr)

07.12.99

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

SR 97/05 PCT

ANTWORT FÄLLIG innerhalb von **3 Monat(en)**
ab obigem Absendedatum

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE98/03811

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)

31/12/1998

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)

31/12/1997

Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK

H04B15/04

Anmelder

SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.

1. Dieser Bescheid ist der erste schriftliche Bescheid der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde
2. Dieser Bescheid enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheides
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

3. Der Anmelder wird aufgefordert, zu diesem Bescheid Stellung zu nehmen

Wann? Siehe oben genannte Frist. Der Anmelder kann vor Ablauf dieser Frist bei der Behörde eine Verlängerung beantragen, siehe Regel 66.2 d).

Wie? Durch Einreichung einer schriftlichen Stellungnahme und gegebenenfalls von Änderungen nach Regel 66.3. Zu Form und Sprache der Änderungen, siehe Regeln 66.8 und 66.9.

Dazu: Hinsichtlich einer zusätzlichen Möglichkeit zur Einreichung von Änderungen, siehe Regel 66.4. Hinsichtlich der Verpflichtung des Prüfers, Änderungen und/oder Gegenvorstellungen zu berücksichtigen, siehe Regel 66.4 bis. Hinsichtlich einer formlosen Erörterung mit dem Prüfer, siehe Regel 66.6.

Wird keine Stellungnahme eingereicht, so wird der internationale vorläufige Prüfungsbericht auf der Grundlage dieses Bescheides erstellt.

4. Der Tag, an dem der internationale vorläufige Prüfungsbericht gemäß Regel 69.2 spätestens erstellt sein muß, ist der: 30/04/2000.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragte Behörde:

 Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter / Prüfer

Emst, C

Formalsachbearbeiter (einschl. Fristverlängerung)
Swartebroeckx, J-J
Tel. +49 89 2399 2692



I. Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Bescheids als "ursprünglich eingereicht".*):

Beschreibung, Seiten:

1-20,24-26 ursprüngliche Fassung
21-23 eingereicht mit dem Antrag

Patentansprüche, Nr.:

1-36 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/12-12/12 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

3. Dieser Bescheid ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ansprüche 1, 19 Nein
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

Punkt V

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP-A-0 163 313

D2: EP-A-0 505 771

Anspruch 1

Gemäß D1 (siehe z.B. Seite 4, Zeilen 24 - 29) ist bereits eine Anordnung bereits bekannt, wobei das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitet wird und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert wird.

Somit ist der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht neu gegenüber D1.

Der Anspruch 1 erfüllt daher nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) PCT.

Auch gemäß D2 (vgl. z.B. Spalte 4, Zeilen 11. - 16) wird das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitet wird und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert wird. ✓

Anspruch 19

Der Einwand der mangelnden Neuheit des Vorrichtungsanspruch 1 überträgt sich ohne weiteres auf den Verfahrensanspruch 19.

Der Anspruch 19 erfüllt daher nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) PCT.

Punkt VII

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben. ✓

Die Merkmale der Ansprüche sind nicht mit in Klammern gesetzten Bezugszeichen versehen worden (Regel 6.2 b) PCT). ✓

Punkt VIII

Anspruch 1

Aus der Beschreibung auf Seite 3, letzter Absatz bis Seite 4, erster Absatz ("Erfindungsgemäß ...somit die mittlere spektrale Leistungsdichte verringert wird.") geht hervor, daß das Merkmal gemäß dem vorliegenden Anspruch 2 für die Definition der Erfindung wesentlich ist.

Da der unabhängige Anspruch 1 dieses Merkmal nicht enthält, entspricht er nicht dem Erfordernis des Artikels 6 PCT in Verbindung mit Regel 6.3 b) PCT, daß jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muß, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind. ✓

Anspruch 19

Der Einwand wegen mangelnder Klarheit des Vorrichtungsanspruch 1 überträgt sich ohne weiteres auf den Verfahrensanspruch 19. Daher sollte der Anspruch 20 in den Anspruch 19 aufgenommen werden.

Da der unabhängige Anspruch 19 dieses Merkmal nicht enthält, entspricht er nicht dem Erfordernis des Artikels 6 PCT in Verbindung mit Regel 6.3 b) PCT, daß jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muß, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind. ✓

PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender (1) zu einem räumlich getrennten Empfänger (3), die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke (2), insbesondere bei Drehübertragern, dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation moduliert, so dass einzelne spektrale Anteile das Ausgangssignalspektrum des Senders (1) verbreitern und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert wird, ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig vom Übertragungstakt derart moduliert wird, dass das Linienspektrum des Senderausgangssignals verbreitert wird, so dass durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien die mittlere spektrale Leistungsdichte reduziert wird.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (5) die Modulationseinheit (4) steuert.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) einen Taktgenerator aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) den Taktgenerator zur Verbreiterung des Linienspektrums entsprechend ansteuert.
6. Anordnung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) die Taktfrequenz des Taktgenerators frequenzmoduliert.
7. Anordnung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
8. Anordnung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (5) den VCO einstellt.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das Träger-signal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationseinheit (4) im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders (1) oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.

13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) eine PLL-Einrichtung aufweist.

15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulationshub der Modulationseinheit (4) im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders (1) liegt.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit (4) eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass im Empfänger (3) eine Steuereinheit (5) vorhanden ist, welche den Empfänger (3) synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit (4) im Sender (1) oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) steuert, so dass das Empfangssignal im Empfänger (3) zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) übertragen wird.

19. Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender (1) zu einem räumlich getrennten Empfänger (3), die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke (2), insbesondere bei Drehübertragern, **gekennzeichnet** durch durch eine Modulationseinheit (4) ausgeführte Modulation des zu übertragenden Signals, des Trägersignals des Senders im Sender (1) oder des Senderausgangssignals an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation, zur Verbreiterung des Ausgangssignalspektrum des Senders (1) durch einzelne spektrale Anteile und damit zur Reduzierung der spektralen Leistungsdichte des Senderausgangssignales, ohne dabei die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Reduzierung der mittleren spektralen Leistungsdichte durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien erfolgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **gekennzeichnet** durch Steuern der Modulationseinheit (4) durch eine Steuereinheit (5).

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Sender (1) einen Taktgenerator aufweist.

23. Verfahren nach Anspruch 22,
gekennzeichnet durch entsprechendes Ansteuern des Taktgenerators durch die Modulationseinheit (4) zur Verbreiterung des Linienspektrums.

24. Verfahren nach Anspruch 23,
gekennzeichnet durch Frequenzmodulation der Taktfrequenz des Taktgenerators durch die Modulationseinheit (4).

25. Verfahren nach Anspruch 24
dadurch gekennzeichnet, dass der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.

26. Verfahren nach Anspruch 25,
gekennzeichnet durch Einstellen des VCO durch die Steuereinheit (5).

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das Trägersignal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationseinheit (4) im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders (1) oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) eine PLL-Einrichtung aufweist.

33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders (1) liegt.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit (4) eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass im Empfänger (3) eine Steuereinheit (5) vorhanden ist, welche den Empfänger (3) synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit (4) im Sender (1) oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) steuert, so dass das Empfangssignal im Empfänger (3) zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender (1)

bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 33, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) übertragen wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender zu einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke, insbesondere bei Drehübertragern.

Die erfindungsgemäße Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation moduliert, so dass einzelne spektrale Anteile das Ausgangssignalspektrum des Senders (1) verbreitern und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert wird, ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen.

- 318/a

- 3a -

Aus der EP 0 163 313 A2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spektralen Verteilung der ausgestrahlten Energie eines Digitalsystems bekannt. Es handelt sich dabei um eine Lösung, deren Bestandteile in jedem Personalcomputer heutzutage anzutreffen sind. Dabei handelt es sich um einen Generator, der das Spektrum von Signalen aufweitet. Für die Übertragung von Signalen zwischen ^② gegeneinander beweglichen Sendern und Empfängern ist diese Lösung nicht geeignet. ~~Es handelt sich um eine andere Aufgabe, die mittels dieser Lösung gelöst werden soll, als dies mit der nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Lösung erfolgt.~~

Eine Vorrichtung gemäß Teilen der oben beschriebenen Lösung ist aus der EP 0 505 771 A1 bekannt. Hier wird das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitert und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert. Diese Lösung drückt die Signale gewissermaßen zusammen und schiebt sie damit in die Länge. Damit wird die Signalbandbreite sogar wesentlich verändert. Aufgabe der nachfolgend beschriebenen Lösung ist es jedoch eine Anordnung und ein Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals bereitzustellen, bei dem die zur Verfügung stehende Signalbandbreite nicht oder nur unwesentlich verändert wird.

② räumlich getrennt und vorzugsweise

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

MÜNICH, Wilhelm
Wilhelm-Mayr-Strasse 11
D-80689 München
ALLEMAGNE

EINGEGANGEN

14. April 2000

Anwaltskanzlei
Dr. MÜNICH & KOLLEGEN

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum

(Tag/Monat/Jahr)

13.04.2000

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

SR 97/05 PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE98/03811

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
31/12/1998

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
31/12/1997

Anmelder

SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung
beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Teschauer, B

Tel. +49 89 2399-8231




VERTRAG ÜB. DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts SR 97/05 PCT		WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03811	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1997	
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04B15/04			
Anmelder SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.			
<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 8 Blätter.</p>			
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts II <input type="checkbox"/> Priorität III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit IV <input type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen VII <input type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung VIII <input checked="" type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung 			
Datum der Einreichung des Antrags 22/07/1999		Datum der Fertigstellung dieses Berichts 13.04.2000	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465		Bevollmächtigter Bediensteter Ernst, C Tel. Nr. +49 89 2399 8958	



I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-20,24-26	ursprüngliche Fassung	
21-23	eingereicht mit dem Antrag	
3a	mit Telefax vom	21/03/2000

Patentansprüche, Nr.:

1-36	mit Telefax vom	21/03/2000
------	-----------------	------------

Zeichnungen, Blätter:

1/12-12/12	ursprüngliche Fassung
------------	-----------------------

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- | | |
|--|---------|
| <input type="checkbox"/> Beschreibung, | Seiten: |
| <input type="checkbox"/> Ansprüche, | Nr.: |
| <input type="checkbox"/> Zeichnungen, | Blatt: |

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

siehe Beiblatt

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03811

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1 - 36 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche 1 - 36 Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche 1 - 36 Nein: Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

Punkt I (Änderungen)

Der Begriff "einzelne spektrale Anteile" stützt sich z.B. auf verschiedene Textstellen (siehe z. B. Seite 13, Zeilen 3 und 4; Seite 24, Zeilen 4 - 6; Seite 26, Zeilen 7 - 9).

Der Begriff "ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen" kann aus den Figuren 23 und 24 abgeleitet werden. Ferner geht aus den verschiedenen Ausführungsbeispielen hervor, daß dort die Lücken zwischen den einzelnen Spektrallinien aufgefüllt werden, so daß die Bandbreite des Signals nicht oder nur unwesentlich verändert wird.

Punkt V

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP-A-0 163 313 (TEKTRONIX INC) 4. Dezember 1985

D2: EP-A-0 505 771 (HUGHES AIRCRAFT CO) 30. September 1992

Anspruch 1

D1 offenbart ein System, wobei das Spektrum der Signale mittels eines Generators aufgeweitet wird, um die elektromagnetischen Emissionen zu minimieren. D1 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spektralen Verteilung der ausgestrahlten Energie eines Digitalsystems.

Jedoch ist es in keine Stelle der Rede, daß ein Sender und ein räumlich getrennter Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, im System gemäß D1 vorhanden sind.

D2 offenbart eine Satellitenfunkverbindung, wobei die Bandbreite verändert wird.

Der Anspruch 1 offenbart eine Anordnung mit einem Sender und einem räumlich getrennten Empfänger, die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, wobei einzelne spektrale Anteile das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitern und damit die spektrale Leistungsdichte des Senders Ausgangssignals reduziert wird, ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu verbreitern.

Somit erfüllt der Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Ansprüche 2 bis 18

Diese Ansprüche offenbaren weitere Ausführungsformen der Anordnung nach dem Anspruch 1.

Somit erfüllen die Ansprüche in Kombination mit dem Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Anspruch 19

Die Bemerkungen bezüglich des Vorrichtungsanspruchs 1 übertragen sich ohne Weiteres auf den Verfahrensanspruch 19.

Somit erfüllt der Anspruch 19 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Ansprüche 20 bis 36

Diese Ansprüche offenbaren weitere Ausführungsformen des Verfahrens nach dem Anspruch 19.

Somit erfüllen die Ansprüche in Kombination mit dem Anspruch 19 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Punkt VIII

Die Textstelle Seite 3, letzter Absatz bis Seite 4, erster Absatz ist nicht im Einklang mit dem Anspruch 1. Das Merkmal "daß die Lücken zwischen den einzelnen Spektrallinien aufgefüllt werden und somit die mittlere spektrale Leistungsdichte verringert wird" ist erst im Anspruch 2 offenbart. Daher ist dieses Merkmal eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung.

PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender (1) zu einem räumlich getrennten Empfänger (3), die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke (2), insbesondere bei Drehübertragern,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation moduliert, so dass einzelne spektrale Anteile das Ausgangssignalspektrum des Senders (1) verbreitern und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert wird, ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen.
2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das zu übertragende Signal, das Trägersignal des Senders im Sender oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke unabhängig vom Übertragungstakt derart moduliert wird, dass das Linienspektrum des Senderausgangssignals verbreitert wird, so dass durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien die mittlere spektrale Leistungsdichte reduziert wird.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (5) die Modulationseinheit (4) steuert.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) einen Taktgenerator aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) den Taktgenerator zur Verbreiterung des Linienspektrums entsprechend ansteuert.
 6. Anordnung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) die Taktfrequenz des Taktgenerators frequenzmoduliert.
 7. Anordnung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
 8. Anordnung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (5) den VCO einstellt.
 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
 10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) das Trägersignal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.
 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationseinheit (4) im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders (1) oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.
-

12. Anordnung nach Anspruch 11,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Modulationseinheit (4) eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung ausweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.

13. Anordnung nach Anspruch 12,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Sender (1) eine PLL-Einrichtung aufweist.

15. Anordnung nach Anspruch 14,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Modulationshub der Modulationseinheit (4) im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders (1) liegt.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch **gekennzeichnet**, dass zusätzlich zu der Modulierung durch die Modulationseinheit (4) eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch **gekennzeichnet**, dass im Empfänger (3) eine Steuereinheit (5) vorhanden ist, welche den Empfänger (3) synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit (4) im Sender (1) oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) steuert, so dass das Empfangssignal im Empfänger (3) zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) übertragen wird.

19. Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals und insbesondere eines digitalen Signals von einem Sender (1) zu einem räumlich getrennten Empfänger (3), die vorzugsweise gegeneinander beweglich sind, über eine leitungsgebundene, eine kontaktierende und/oder eine kontaktlose Übertragungsstrecke (2), insbesondere bei Drehübertragern, gekennzeichnet durch eine Modulationseinheit (4) ausgeführte Modulation des zu übertragenden Signals, des Trägersignals des Senders im Sender (1) oder des Senderausgangssignals an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation, zur Verbreiterung des Ausgangssignalspektrum des Senders (1) durch einzelne spektrale Anteile und damit zur Reduzierung der spektralen Leistungsdichte des Senderausgangssignales, ohne dabei die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Reduzierung der mittleren spektralen Leistungsdichte durch Auffüllen der Lücken zwischen den einzelnen Signallinien erfolgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 oder 20, gekennzeichnet durch Steuern der Modulationseinheit (4) durch eine Steuereinheit (5).

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) einen Taktgenerator aufweist.

23. Verfahren nach Anspruch 22,
gekennzeichnet durch entsprechendes Ansteuern des Taktgenerators durch die Modulationseinheit (4) zur Verbreiterung des Linienspektrums.
24. Verfahren nach Anspruch 23,
gekennzeichnet durch Frequenzmodulation der Taktfrequenz des Taktgenerators durch die Modulationseinheit (4).
25. Verfahren nach Anspruch 24
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Taktgenerator als frequenzbestimmendes Element einen VCO aufweist.
26. Verfahren nach Anspruch 25,
gekennzeichnet durch Einstellen des VCO durch die Steuereinheit (5).
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Modulationseinheit (4) das zu übertragende Signal, welches insbesondere ein digitales Signal ist, frequenz-, phasen- oder amplitudenmoduliert.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Modulationseinheit (4) das Träger-signal des Senders im Sender (1) oder das Senderausgangssignal an einer beliebigen Stelle auf der Übertragungsstrecke (2) unabhängig von der zum Zwecke der Signalübertragung gewählten Modulation frequenz- bzw. phasenmoduliert.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 28,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Modulationseinheit (4) im Falle eines pulsförmigen Trägersignals des Senders (1) oder eines pulsförmigen Senderausgangssignals, einzelne Signalfanken proportional dem von einem zusätzlich vorhandenen Modulationssignalgenerator vorgegebenen Signal zu früheren oder späteren Zeitpunkten hin verschiebt bzw. verzögert.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinheit (4) eine Verzögerungssteuereinrichtung zur Analyse des Senderausgangssignals und zur Steuerung einer Verzögerungsschaltung aufweist, welche die Verschiebung bzw. Verzögerung bewirkt.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungssteuereinrichtung eine PLL-Einrichtung und die Verzögerungsschaltung eine Flip-Flop-Schaltung aufweisen.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (1) eine PLL-Einrichtung aufweist.

33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulationshub der Modulationseinheit im Regelbereich der PLL-Einrichtung des Senders (1) liegt.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu der Modulation durch die Modulationseinheit (4) eine Datenkodierung mittels Pseudozufallsrauschen vorgenommen wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass im Empfänger (3) eine Steuereinheit (5) vorhanden ist, welche den Empfänger (3) synchron zur Modulation durch die Modulationseinheit (4) im Sender (1) oder an einer beliebigen Stelle der Übertragungsstrecke (2) steuert, so dass das Empfangssignal im Empfänger (3) zumindest ohne diese zusätzliche Modulation weiterverarbeitet werden kann, wobei die Synchronisation zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) wahlweise über das Modulationssignal oder auch über ein weiteres, für Sender (1)

bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) gemeinsam verfügbares Signal erfolgen kann.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass ein zusätzlicher Übertragungsweg zwischen Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) vorhanden ist, auf dem ein zusätzliches Synchronisationssignal zur Steuerung der Modulation von Sender (1) bzw. Übertragungsstrecke (2) und Empfänger (3) übertragen wird.

Eingegangen am 06.04.00

-3a-
~~24~~

Kurt G. Glaser
Firma

Aus der EP 0 163 313 A2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spektralen Verteilung der ausgestrahlten Energie eines Digitalsystems bekannt. Es handelt sich dabei um eine Lösung, deren Bestandteile in jedem Personalcomputer heutzutage anzutreffen sind. Dabei handelt es sich um einen Generator, der das Spektrum von Signalen aufweitet. Für die Übertragung von Signalen zwischen

gegeneinander beweglichen Sendern und Empfängern ist diese Lösung nicht geeignet. ~~Es handelt sich um eine andere Aufgabe, die mittels dieser Lösung gelöst werden soll, als dies mit der nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Lösung erfolgt.~~

Eine Vorrichtung gemäß Teilen der oben beschriebenen Lösung ist aus der EP 0 505 771 A1 bekannt. Hier wird das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitert und damit die spektrale Leistungsdichte des Senderausgangssignals reduziert. Diese Lösung drückt die Signale gewissermaßen zusammen und schiebt sie damit in die Länge. Damit wird die Signalbandbreite sogar wesentlich verändert. Aufgabe der nachfolgend beschriebenen Lösung ist es jedoch eine Anordnung und ein Verfahren zur störarmen Signalübertragung eines Signals bereitzustellen, bei dem die zur Verfügung stehende Signalbandbreite nicht oder nur unwesentlich verändert wird.

①: räumlich getrennten und vorzugsweise

~~24~~

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts SR 97/05 PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 98/03811	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1998	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 31/12/1997
Anmelder SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 14

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 H04B15/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 163 313 A (TEKTRONIX INC) 4. Dezember 1985 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 35 - Seite 4, Zeile 8 siehe Seite 4, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 4 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 1A	1-15, 19-33
A	EP 0 505 771 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 30. September 1992 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 16 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 2 siehe Abbildung 3	1-4, 9, 16-22, 27, 34-36

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

*** Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :**

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/05/1999

 Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lindhardt, U

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0163313	A	04-12-1985	JP	61024321 A	03-02-1986
EP 0505771	A	30-09-1992	US	5208829 A	04-05-1993
			AU	640864 B	02-09-1993
			AU	1309992 A	29-10-1992
			CA	2055387 C	16-05-1995
			DE	69213284 D	10-10-1996
			DE	69213284 T	23-01-1997
			JP	2026876 C	26-02-1996
			JP	5091008 A	09-04-1993
			JP	7061038 B	28-06-1995
			KR	9511075 B	27-09-1995
			MX	9201341 A	01-10-1992

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H04B15/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 163 313 A (TEKTRONIX INC) 4. Dezember 1985 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 35 - Seite 4, Zeile 8 siehe Seite 4, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 4 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 1A	1-15, 19-33
A	EP 0 505 771 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 30. September 1992 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 16 siehe Abbildung 1 siehe Abbildung 2 siehe Abbildung 3	1-4, 9, 16-22, 27, 34-36



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/05/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lindhardt, U

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0163313	A	04-12-1985	JP	61024321 A	03-02-1986
EP 0505771	A	30-09-1992	US	5208829 A	04-05-1993
			AU	640864 B	02-09-1993
			AU	1309992 A	29-10-1992
			CA	2055387 C	16-05-1995
			DE	69213284 D	10-10-1996
			DE	69213284 T	23-01-1997
			JP	2026876 C	26-02-1996
			JP	5091008 A	09-04-1993
			JP	7061038 B	28-06-1995
			KR	9511075 B	27-09-1995
			MX	9201341 A	01-10-1992

D E C L A R A T I O N

I, Dr. Wilhelm MÜNICH, Patent Attorney, Wilhelm-Mayr-Str. 11, 80689 Munich, GERMANY, do hereby declare that I am conversant with the English and German languages and I am a competent translator thereof. I declare further that to the best of my knowledge and belief the following is a true and correct translation made by me of the document in the German language attached hereto.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Signed this 23rd day of May 2000



.....

Dr. Wilhelm München

Translation

of the applicable passages and the text in the Preliminary International Examination Report as issued by the European Patent Office on April 13, 2000

**TREATY ON THE INTERNATIONAL COOPERATION
IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY**

**PCT
INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT
(Article 36 and Rule 70 PCT)**

Applicant's or Attorney's File Number: SR 97/05 PCT		FURTHER PROCEDURE: cf. Communication about the Communication of the inter- national Search Report (Form PCT/IPEA/416)	
International File No. PCT/DE 98/03811	International Filing Date 31/12/1998	Priority Date 31/12/1997	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B15/04			
Applicant SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH ET AL.			
<p>1. This international Preliminary Examination Report has been produced by the agency entrusted with the international preliminary examination, and is communicated to the Applicant pursuant to Article 36.</p> <p>2. This REPORT includes 4 pages altogether, including this cover sheet.</p> <p>This report is moreover accompanied by ANNEXES; these are sheets with descriptions, claims, and/or drawings which have been amended and constitute the basis of this Report, and/or sheets with amendments made before this Agency (cf. Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Regulations on PCT). These Annexes include 3 sheets altogether.</p>			
<p>3. This Report contains information on the following aspects:</p> <p>I. <input checked="" type="checkbox"/> basis of this Report</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> findings and grounds thereof as established pursuant to Article 35(2) in relation to novelty, inventiveness and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> specific remarks on the international application</p>			
Date of submission of the Request 12/07/1999		Date of completion of this Report April 13, 2000	
Name and Address of the agency entrusted with the international preliminary examination European Patent Office		Officer in Charge of the Case Ernst, C	

**International Preliminary
Examination Report**

International File Number: PCT/DE98/03811

I. Basis of the Report

1. This Report has been prepared on the basis defined below (*substitute sheets submitted to the filing Office upon a request pursuant to Article 14 are considered as „filed originally“ for the purposes of the present Report and are not annexed because they do not include any amendments.*):

Description, pages:

1 - 20, 24 - 26	as filed originally	
21 - 21	as filed together with the application	
3a	as received by telefax on	03/21/2000

Patent Claims, Nos.

1 - 36	as received by telefax on	03/21/2000
--------	---------------------------	------------

Drawings, Sheets:

1/12 - 12/12	as filed originally
--------------	---------------------

V. Findings and Grounds thereof as established pursuant to Article 35(2) in terms of novelty, inventive step and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings.

1. Findings

Novelty (N)	Yes: Claims 1 - 36 No: Claims
Inventive step(ET)	Yes: Claims 1 - 36 No: Claims
Industrial Applicability (GA)	Yes: Claims 1 - 36

2. Documents and explanations

cf. Supplementary Sheet

VIII. Specific remarks on the international application

In relation to clarity of the Patent Claims, the description and the drawings or to the question of whether the claims are supported in their entirety by the description, the following remarks are presented:

cf. Supplementary Sheet

Item I (Amendments)

The term "individual spectral fractions" is supported, for instance, by various passages in the text (cf. for instance lines 3 and 4 on page 13; lines 4 to 6 on page 24; lines 7 to 9 on page 26).

The term "without substantially increasing the bandwidth of the signal" can be derived from Figures 23 and 24. Moreover, it is apparent from the various embodiments that there the gaps between the individual spectral lines are filled so that the bandwidth of the signal is not varied or modified only insubstantially.

Item V

Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 163 313 (TEKTRONIX INC), December 4, 1985

D2: EP-A-0 505 771 (HUGHES AIRCRAFT CO), Sept. 30, 1992

Claim 1

Reference D1 discloses a system wherein the spectrum of the signals is spread by means of a generator so as to minimize the electromagnetic emissions. D1 relate to a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system.

However, not any passage there mentions the fact that a transmitter and a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, are provided in the system according to D1.

D2 discloses a satellite radio link wherein the bandwidth is modified.

Claim 1 discloses a device including a transmitter and a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, wherein individual spectral fractions spread the output signal spectrum of the transmitter and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without spreading



the bandwidth of the signal substantially.

Claims 2 to 18

These claims disclose further embodiments of the device according to Claim 1.

Hence the claims, when combined with Claim 1, satisfy the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Claim 19

The remarks presented with respect to the device Claim 1 are easily transferable to the method claim 19.

Hence Claim 19 satisfies the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Claims 20 to 36

These claims disclose further embodiments of the method according to Claim 19.

Hence the claims, when combined with Claim 19, satisfy the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Item VIII

The passage from the last paragraph on page 3 to the first paragraph on page 4 is not in congruence with Claim 1. The feature "that the gaps between the individual spectral lines are filled and hence the mean spectral power density is reduced" is disclosed only in Claim 2. This feature constitutes therefore another expedient embodiment of the invention.

[amended pages - substitute pages - attached which were filed on March 19, 200]

Translation

of the applicable passages and the text of the Office Action issued by the European Patent Office on December 07 1999

**TREATY ON THE INTERNATIONAL COOPERATION
IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY**

**OFFICE ACTION IN WRITING
(Rule 66 PCT)**

		Mailing Date	December 07, 99
Applicant's or Attorney's File Number: SR 97/05 PCT		RESPONSE TO BE FILED within 3 months from the above mailing date	
International File No. PCT/DE 98/03811	International Filing Date 31/12/1998	Priority Date 31/12/1997	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC HO4B15/04			
Applicant SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GmbH et al.			

1. This Office Action is the **first** office action passed in writing by the authority entrusted with the international preliminary examination.
2. This Office Action includes information and the corresponding pages on the following aspects:
 - I. X basis of the Office Action
 - V X Findings established pursuant to Rule 66.2(a)/ii) in terms of novelty, inventive step and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings
 - VIII X specific remarks on the international application
3. The Applicant is **requested to comment upon** this Office Action.
 - When?** cf. the above-indicated term. Prior to expiration of the term the Applicant may request a prolongation; cf. Rule 66.2 (d)
 - How?** By submission of a brief with comments, and possibly of amendments pursuant to Rule 66.3. Cf. Rules 66.8 and 66.9 for the form and the language.
 - Moreover:** Regarding an additional possibility of submitting amendments - cf. Rule 66.4.
With respect to the Examiner's duty to consider amendments and/or opposing views - cf. Rule 66.4 bis.
In relation to an informal discussion with the Examiner - cf. Rule 66.6.

Failure to submit a comment will result in the establishment of the international preliminary examination report on the basis of this Office Action.
4. The date by or before which the international preliminary examination report must have been established pursuant to Rule 69.2 is April 30, 2000.

Officer in Charge of the Case/Examiner Ernst, C
Formalities Officer: Swartebroeckx, J-J

I. Basis of the Office Action

1. This Office Action has been prepared on the basis defined below (*substitute sheets submitted to the filing Office upon a request pursuant to Article 14 are considered as „filed originally“ for the purposes of the present Office Action.*):

Description, pages:

1 - 20, 24-26 as filed originally
21-23 as filed together with the application

Patent Claims, Nos.

1 - 36 as filed originally

Drawings, Sheets:

1/12 - 12/12 as filed originally

V. Findings established pursuant to Rule 66.2(a)(ii) in terms of novelty, inventive step and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings**1. Findings**

Novelty (N)	Claims 1, 19 NO
Inventive Step (IS)	Claims
Industrial Applicability (IA)	Claims

2. Documents and explanations:

cf. Supplementary Sheet

VIII. Specific remarks on the international application

In relation to clarity of the Patent Claims, the description and the drawings or to the question of whether the claims are supported in their entirety by the description, the following remarks are presented:

cf. Supplementary Sheet

Item V

Reference is made to the following documents:

D1: European Patent EP-A-0 163 313

D2: European Patent EP-A-0 505 771

D3: US Patent A-5 224 138

Claim 1

In accordance with reference D1 (cf. for instance lines 24 - 29 on page 4) a system is known already where the output signal spectrum of the transmitter is spread and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced. Hence the subject matter of Claim 1 is not novel in the light of D1. Claim 1 therefore fails to satisfy the requirements set forth in Article 33(2) PCT.

In accordance with reference D2, too (cf. for instance lines 11 - 16 in column 4) the output signal spectrum of the transmitter is spread and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced.

Claim 19

The objection in terms of lack of novelty of the device claim 1 is easily transferred to the method claim 19.

Claim 19 therefore fails to satisfy the requirements set forth in Article 33(2) PCT.

Item VII

In contradiction to the requirements defined in Rule 5.1 a) ii) PCT neither the pertinent prior art as disclosed in documents D1 and D2 nor these documents as such are quoted or mentioned in the description.

The features mentioned in the claims have not been completed with reference numerals enclosed in brackets (Rule 6.2 b) PCT).

Item VIII

Claim 1

From the passage from the last paragraph on page 3 to the first paragraph on page 4 [of the German text] (In accordance with the invention ... hence the mean spectral power density is reduced") it is apparent that the feature according to Claim 2 of record is essential for the definition of the invention.

With the independent Claim 1 not including this feature it fails to satisfy the requirement set forth in Article 6 PCT in combination with Rule 6.3 b) PCT that any independent claim is required to include all those engineering provisions which are essential for the definition of the invention.

Claim 19

The objection raised in terms of lack of clarity of the device claim 1 is easily transferable to the method claim 19. Therefore, Claim 20 should be incorporated into Claim 19.

With the independent Claim 19 not including this feature it fails to satisfy the requirement set forth in Article 6 PCT in combination with Rule 6.3 b) PCT that any independent claim is required to include all those engineering provisions which are essential for the definition of the invention.

Dr. Münich & Kollegen
Anwaltskanzlei

Dr. Münich & Kollegen, Anwaltskanzlei
Wilhelm-Mayr-Str. 11, D-80689 München

Telefon: (+49) (0)89 / 54 67 00-0
Telefax: (+49) (0)89 / 54 67 00-49, -99

An das
Europäische Patentamt
Erhardtstraße 27

80298 München
2399 4465

Patentanwälte /
European Patent & Trademark Attorneys
Dr. rer. nat. Wilhelm-L. Münich, Dipl.-Phys.
Manfred Schulz, Dipl.-Ing. (FH)

Rechtsanwälte
Dr. jur. Walter O. Schiller †

19.03.2000

Unser Zeichen: SR 97/05 PCT

Rückfragen an: Herr M. Schulz

PCT/DE 98/03811 / Veröffentlichungsnummer WO 99/35769
Anmelder: Schleifring und Apparatbau GmbH
Bezeichnung: Vorrichtung zur störarmen Signalübertragung

Auf den Bescheid vom 07.12.1999 werden in der Anlage neue Unterlagen eingereicht:

- neue Patentansprüche 1 – 36 (Austauschseiten 27 - 33)
- neue Zusammenfassung (Austauschseite 34)
- Ergänzung Stand der Technik (Einfügeseite 3/1)

Die neu eingereichten Unterlagen berücksichtigen den Schriftlichen Bescheid vom 07.12.1999. Nachfolgend wird zu den einzelnen Punkten des Bescheids Stellung genommen.

zu Punkt V.

Die D1 wird diesseits nicht als naheliegender Stand der Technik betrachtet. Sie betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spektralen Verteilung der ausgestrahlten Energie eines Digitalsystems. Die in der D1 dargestellte Lösung dient

damit der Lösung einer anderen Aufgabenstellung als die beanspruchte Lösung. Es handelt sich hierbei um einen Generator, der das Spektrum von Signalen aufweitet. Jeder Personal-Computer besitzt derartige Bestandteile. Für die Übertragung von Signalen zwischen gegeneinander beweglichen Sender und Empfänger ist diese Lösung nicht geeignet. Dies ist eine Tatsache, die dafür spricht, diese Lösung nicht als bekannt gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 der beanspruchten Lösung zu betrachten. Unsere Auffassung ist auch gestützt durch die allgemeine Rechtsauffassung, wonach bereits die Lösung einer anderen Aufgabenstellung als erfinderisch zu betrachten ist, selbst, wenn dazu bekannte technischen Mittel verwendet werden.

Der neue Patentanspruch 1 ist im Oberbegriff vielmehr von der D2 als nächstliegendem Stand der Technik ausgegangen. Von der D2 unterscheidet sich die beanspruchte Lösung dadurch, dass bei der Lösung gemäß D2 die Bandbreite verändert wird. Sie drückt die Wellen gewissermaßen zusammen und schiebt sie dadurch in die Länge (d.h. die Signalbandbreite wird sogar wesentlich verändert).

Im Gegensatz dazu verändert die beanspruchte Lösung die Bandbreite nicht. Die Flanken des Signals werden geändert, das Signal jedoch nicht. Auch die vorgegebene Signalbandbreite wird bei der beanspruchten Lösung nicht verändert. Anhand der Ausführungsbeispiele in den Figuren 23 und 24 ist dies in den eingereichten Unterlagen auch verdeutlicht. Mit einer Frequenzmodulation des Taktes werden im Unterschied zur Lösung nach D2 die Lücken aufgefüllt, wodurch die Bandbreite des Signals nicht oder nur unwesentlich verändert wird. Die erfindungsgemäße Lösung ist damit vom Stand der Technik abgegrenzt, ist neu und besitzt auch die erforderliche erfinderische Tätigkeit, da auch die Zusammenschau der beiden Dokumente D1 und D2 den Fachmann nicht dazu führt, die Lösung gemäß der vorliegenden Patentanmeldung zu entwickeln, ohne erfinderisch tätig zu werden.

Zu Punkt VII.

Die Schriften D1 und D2 werden in der Beschreibungseinleitung als ermittelter Stand der Technik angegeben und der Inhalt kurz umrissen. Gleichzeitig erfolgt eine Abgrenzung der beanspruchten Lösung hinsichtlich der zu lösenden Aufgabe. Dazu wird in der Anlage die Einfügeseite 3/1 zu den Akten gereicht. Die Textpassage sollte nach diesseitiger Auffassung auf der Seite 3 der ursprünglichen Unterlagen nach dem 2. Absatz eingefügt werden.

In den Ansprüchen wurden die Merkmale mit in Klammer gesetzten Bezugszeichen versehen.

zu Punkt VIII.

Die Patentansprüche 1 und 19 wurden klargestellt, indem der kennzeichnende Teil der beiden Ansprüche mit den erfindungswesentlichen Merkmalen „so dass einzelne spektrale Anteile das Ausgangssignalspektrum des Senders verbreitern“ und „ohne die Bandbreite des Signals wesentlich zu erhöhen“ angereichert wurden. Damit wird u.a. auch der Forderung der Prüfungsstelle in diesem Punkt entsprochen.

Es wird beantragt, den Vorläufigen Internationalen Prüfungsbericht auf der Grundlage der geänderten Unterlagen zu erstellen.

Dr. Münich & Kollegen



Manfred Schulz

European Patent Attorney

Anlage: wie erwähnt

• 5000
09/581007
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference SR 97/05 PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/03811	International filing date (<i>day/month/year</i>) 31 December 1998 (31.12.98)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 31 December 1997 (31.12.97)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B 15/04		
Applicant SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/>	This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of <u>11</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 July 1999 (22.07.99)	Date of completion of this report 13 April 2000 (13.04.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/03811

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-20, 24-26, as originally filed,
pages 21-23, filed with the demand,
pages 3a, filed with the letter of 21 March 2000 (21.03.2000),
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1-36, filed with the letter of 21 March 2000 (21.03.2000),
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig _____, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig 1/12-12/12, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

See the Supplemental Box.

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

Point 4

The expression "individual spectral fractions" is supported, for example, in various passages (see, for example, page 13, lines 3 and 4; page 24, lines 4-6; page 26, lines 7-9).

The expression "without substantially increasing signal band width" can be derived from Figures 23 and 24. Moreover, it is clear from the various examples that the gaps between the individual spectral lines therein are filled, so that the signal band width is not or only unessentially altered.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/03811

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-36	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-36	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-36	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 163 313 (TEKTRONIX INC.), 4 December 1985

D2: EP-A-0 505 771 (HUGHES AIRCRAFT CO.), 30 September 1992.

Claim 1

D1 discloses a system in which the signal spectrum is widened using a generator in order to minimise electromagnetic emissions. D1 concerns a method and device for the spectral distribution of the energy emitted by a digital system.

However, nowhere is it stated that a transmitter and a spatially separated receiver, which are preferably displaceable in relation to one another, are available in the system of D1.

D2 discloses a satellite radio link in which bandwidth is altered.

Claim 1 discloses a device with a transmitter and a spatially separated receiver which are preferably displaceable in relation to one another, and individual

spectral fractions of the output signal spectrum of the transmitter are widened, thus reducing the spectral power density of the transmitter output signal without substantially widening signal bandwidth.

Claim 1 therefore meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 2-18

These claims disclose further embodiments of the device as per Claim 1.

Therefore, in combination with Claim 1, these claims meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claim 19

The remarks regarding device Claim 1 can be easily applied to process Claim 19.

Claim 19 therefore meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 20-36

These claims disclose further embodiments of the process as per Claim 19.

Therefore, in combination with Claim 19, these claims meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

The passage of text from the last paragraph of page 3 to the first paragraph of page 4 is not in line with Claim 1. The feature that "the gaps between the individual spectral lines are filled, thus reducing mean spectral power density" is disclosed for the first time in Claim 2. Consequently, this feature is a further advantageous configuration of the invention.

Translation

of the Brief dated March 19, 2000 as filed by Dr. Muenich, Patent Attorney, with the European Patent Office in response to the Office Action dated December 7, 1999

09/58100

526 Rec'd PCT/PTO

07 JUN 2000

19th March 2000

Our ref.: SR 97/05 PCT

For inquiries please contact:

Mr. M. Schulz

PCT Application: PCT/DE 98/03811
Applicant: Schleifring und Apparatebau GmbH
Title: Device for Low-Interference Signal Transmission

In response to the Office Action dated December 97, 1999, the enclosed new documents

- New Patent Claims 1 - 36 (substitute sheets 27 - 33)
- new Abstract (substitute sheet 34)
- completion of the discussion of prior art (substitute page 3/1)

are submitted. In the newly submitted documents the Office Action of December 07, 1999 has been duly taken into consideration. The individual items of the Office Action will be commented upon hereinbelow.

In relation to item V.

The prior art document D1 is not considered to reflect the closest-coming prior art on our part. It relates to a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system. The solution presented in reference D1 hence serves to solve a problem different from that underlying the claimed solution.

There a generator is involved which spreads the spectrum of signals. Each personal computer is provided with such components. This solution is not suitable for transmitting signals between a transmitter and a receiver which are mobile relative

to each other. This is a fact which supports the fact that this solution cannot be considered to be known in accordance with the introductory clause of Patent Claim 1 of the claimed solution. Our opinion is moreover supported by the general understanding of law according to which the solution of a different problem must already be deemed inventive even when to this end known engineering means are employed.

The introductory clause of the new Patent Claim 1 rather starts out from reference D2 as the closest-coming prior art. The claimed solution is distinguished from D2 by the aspect that in the solution in correspondence with D2 the bandwidth is modified. It compresses, so to speak, the waves and hence shifts them along the length (i.e. the signal bandwidth is even substantially varied).

By contrast, the claimed solution does not vary the bandwidth. The edges of the signal are modified but not the signal. The defined signal bandwidth is not varied either in the claimed solution. With reference to the embodiments illustrated in Figures 23 and 24 of the documents submitted this fact is also clarified. In distinction from the solution according to D2 a frequency modulation technique is applied to fill the gaps so that the bandwidth of the signal is not changed or modified only insubstantially. The inventive solution is hence distinguished from prior art, is novel and involves also the required inventive step because even the combined consideration of the two documents D1 and D2 will not prompt the expert to develop the solution according to the patent application of record, without taking an inventive step.

In relation to item VII.

The prior art documents D1 and D2 are quoted as established prior art references in the introduction to the description and their contents are briefly outlined. At the same time the claimed solution is distinguished with respect to the problem to be solved. In this approach the enclosed substitute page 3/1 is filed. According to our opinion the passage should be inserted on page 3, after the second paragraph, of the originally filed documents.

The features defined in the claims have been completed with reference numerals enclosed in brackets.

In relation to item VIII.

The Patent Claims 1 and 19 have been clarified by incorporating the features "so that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of the transmitter" and "without essentially spreading the bandwidth of the signal" into the characterising clauses of the two claims. This amendment meets, *inter alia*, also the requirement expressed by the Examination Office in this respect.

It is petitioned that the Preliminary International Search Report be established on the basis of the newly filed documents.

Dr. Muenich & Colleagues

Manfred Schulz
European Patent Attorney

Encl.: as mentioned above

09/58100

326 Rec'd PCT/PTO

07 JUN 2000

Translation

of the applicable passages and the text in the Preliminary International Examination Report as issued by the European Patent Office on April 13, 2000

**TREATY ON THE INTERNATIONAL COOPERATION
IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY**

**PCT
INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT
(Article 36 and Rule 70 PCT)**

Applicant's or Attorney's File Number: SR 97/05 PCT		FURTHER PROCEDURE: cf. Communication about the Communication of the inter- national Search Report (Form PCT/IPEA/416)	
International File No. PCT/DE 98/03811	International Filing Date 31/12/1998	Priority Date 31/12/1997	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B15/04			
Applicant SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH ET AL.			
<p>1. This international Preliminary Examination Report has been produced by the agency entrusted with the international preliminary examination, and is communicated to the Applicant pursuant to Article 36.</p> <p>2. This REPORT includes 4 pages altogether, including this cover sheet.</p> <p>This report is moreover accompanied by ANNEXES; these are sheets with descriptions, claims, and/or drawings which have been amended and constitute the basis of this Report, and/or sheets with amendments made before this Agency (cf. Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Regulations on PCT). These Annexes include 3 sheets altogether.</p>			
<p>3. This Report contains information on the following aspects:</p> <p>I. <input checked="" type="checkbox"/> basis of this Report</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> findings and grounds thereof as established pursuant to Article 35(2) in relation to novelty, inventiveness and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> specific remarks on the international application</p>			
Date of submission of the Request 12/07/1999		Date of completion of this Report April 13, 2000	
Name and Address of the agency entrusted with the international preliminary examination European Patent Office		Officer in Charge of the Case Ernst, C	

**International Preliminary
Examination Report**

International File Number: PCT/DE98/03811

I. Basis of the Report

1. This Report has been prepared on the basis defined below (*substitute sheets submitted to the filing Office upon a request pursuant to Article 14 are considered as „filed originally“ for the purposes of the present Report and are not annexed because they do not include any amendments.*):

Description, pages:

1 - 20, 24 - 26	as filed originally	
21 - 21	as filed together with the application	
3a	as received by telefax on	03/21/2000

Patent Claims, Nos.

1 - 36	as received by telefax on	03/21/2000
--------	---------------------------	------------

Drawings, Sheets:

1/12 - 12/12	as filed originally
--------------	---------------------

V. Findings and Grounds thereof as established pursuant to Article 35(2) in terms of novelty, inventive step and industrial applicability; documents and explanations in support of these findings.

1. Findings

Novelty (N)	Yes: Claims 1 - 36 No: Claims
Inventive step(ET)	Yes: Claims 1 - 36 No: Claims
Industrial Applicability (GA)	Yes: Claims 1 - 36

2. Documents and explanations

cf. Supplementary Sheet

VIII. Specific remarks on the international application

In relation to clarity of the Patent Claims, the description and the drawings or to the question of whether the claims are supported in their entirety by the description, the following remarks are presented:

cf. Supplementary Sheet

Item I (Amendments)

The term "individual spectral fractions" is supported, for instance, by various passages in the text (cf. for instance lines 3 and 4 on page 13; lines 4 to 6 on page 24; lines 7 to 9 on page 26).

The term "without substantially increasing the bandwidth of the signal" can be derived from Figures 23 and 24. Moreover, it is apparent from the various embodiments that there the gaps between the individual spectral lines are filled so that the bandwidth of the signal is not varied or modified only insubstantially.

Item V

Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 163 313 (TEKTRONIX INC), December 4, 1985

D2: EP-A-0 505 771 (HUGHES AIRCRAFT CO), Sept. 30, 1992

Claim 1

Reference D1 discloses a system wherein the spectrum of the signals is spread by means of a generator so as to minimize the electromagnetic emissions. D1 relate to a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system.

However, not any passage there mentions the fact that a transmitter and a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, are provided in the system according to D1.

D2 discloses a satellite radio link wherein the bandwidth is modified.

Claim 1 discloses a device including a transmitter and a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, wherein individual spectral fractions spread the output signal spectrum of the transmitter and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without spreading

**International Preliminary
Examination Report
- SUPPLEMENTARY SHEET -**



International File Number: PCT/DE98/03811

the bandwidth of the signal substantially.

Claims 2 to 18

These claims disclose further embodiments of the device according to Claim 1.

Hence the claims, when combined with Claim 1, satisfy the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Claim 19

The remarks presented with respect to the device Claim 1 are easily transferable to the method claim 19.

Hence Claim 19 satisfies the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Claims 20 to 36

These claims disclose further embodiments of the method according to Claim 19.

Hence the claims, when combined with Claim 19, satisfy the requirements set forth in Articles 33(2) and 33(3) PCT.

Item VIII

The passage from the last paragraph on page 3 to the first paragraph on page 4 is not in congruence with Claim 1. The feature "that the gaps between the individual spectral lines are filled and hence the mean spectral power density is reduced" is disclosed only in Claim 2. This feature constitutes therefore another expedient embodiment of the invention.

[amended pages - substitute pages - attached which were filed on March 19, 200]

Patent Claims

1. System for low-interference signal transmission of a signal and particularly of a digital signal from a transmitter (1) to a receiver (3) spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit (2), particularly in revolving transmitters, **characterized** in that a modulator unit (14) modulates the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or the transmitter output signal at any optional site in the transmission circuit (2) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, such that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of said transmitter (1) and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without substantially increasing the bandwidth of the signal.
2. System according to Claim 1, **characterized** in that the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter or the transmitter output signal is modulated at any optional site of the transmission circuit, independently of the transmission cycle, in such a way that the line spectrum of the transmitter output signal will be spread so as to reduce the mean spectral power density by filling the gaps between the individual signal lines.
3. System according to Claim 1 or 2, **characterized** in that a controller (5) serves to control said modulator unit (4)
4. System according to any of the Claims 1 to 3, **characterized** in that the transmitter (1) comprises a clock generator.
5. System according to Claim 4, **characterized** in that said modulator unit (4) controls said clock generator appropriately for spreading the line spectrum.

6. System according to Claim 5,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the cycle frequency of said clock generator to frequency modulation.
7. System according to Claim 6,
characterized in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.
8. System according to Claim 7,
characterized in that said controller (5) adjusts said VCO.
9. System according to any of the Claims 1 to 8,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the signal to be transmitted, which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
10. System according to any of the Claims 1 to 9,
characterized in that said modulator unit (4) subjects said carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or said transmitter output signal at any optional site along the transmission circuit (2) to frequency or phase modulation, respectively, independently of the modulation technique selected for the purpose of signal transmission.
11. System according to any of the Claims 1 to 10,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal of the transmitter (1) or a pulsed transmitter output signal a modulator unit (4) shifts or delays, respectively, individual signal edges in proportion to a signal defined by an additionally provided modulation signal generator towards earlier or later points of time.
12. System according to Claim 11,
characterized in that said modulator unit (4) comprises a delay control means for analyzing said transmitter output signal and for controlling a delay circuit which causes said shift or delay, respectively.

13. System according to Claim 12,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said delay circuit comprises a flip-flop circuit.
14. System according to any of the Claims 1 to 13,
characterized in that said transmitter comprises a PLL means.
15. System according to Claim 14,
characterized in that the modulation variation of said modulator unit (4) is covered by the control range of said PLL means of said transmitter (1).
16. System according to any of the Claims 1 to 15,
characterized in that data coding by means of pseudo random noise is performed in addition to the modulation by said modulator unit (4).
17. System according to any of the Claims 1 to 16,
characterized in that a controller (5) is provided in said receiver (3), which controls the receiver (3) in synchrony with the modulation by said modulator unit (4) in said transmitter (1) or at any optional site of the transmission circuit (2) such that the received signal in said receiver (3) can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter (1) or said transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) being adapted for optional implementation via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).
18. System according to any of the Claims 1 to 17,
characterized in that an additional transmission circuit is provided between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) for the transmission of an additional synchronization signal for controlling the modulation of said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

19. Method of low-interference signal transmission of a signal and a digital signal in particular from a transmitter (1) to a receiver (3) spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit (2), particularly in revolving transmitters, **characterized** by a modulation of the signal to be transmitted, of the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1), or the transmitter output signal at any optional site of the transmission circuit (2), which is performed by a modulation unit (4) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, for spreading the output signal spectrum of the transmitter (1) and hence for reducing the spectral power density of said transmitter output signal.

20. Method according to Claim 19, **characterized** in that the reduction of the mean spectral power density is performed by filling the gaps between the individual signal lines.

21. Method according to Claim 19 or 20, **characterized** by controlling said modulator unit (4) by means of a controller (5).

22. Method according to any of the Claims 19 to 21, **characterized** in that said transmitter (1) comprises a clock generator.

23. Method according to Claim 22 **characterized** by appropriate controlling of said clock generator by means of said modulator unit (4) for spreading the line spectrum.

24. Method according to Claim 23, **characterized** by frequency modulation of the cycle frequency of said clock generator by means of said modulator unit (4).

25. Method according to Claim 24, **characterized** in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.

26. Method according to Claim 25,
characterized by the adjustment of said VCO by means of said controller (5).
27. Method according to any of the Claims 19 to 26,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the signal to be transmitted, which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
28. Method according to any of the Claims 19 to 27,
characterized in that said modulator unit (4) subjects said carrier signal of the transmitting means of said transmitter (1) or said transmitter output signal at any optional site along the transmission circuit (2) to frequency or phase modulation, respectively, independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission.
29. Method according to any of the Claims 19 to 28,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal or said transmitter (1) or a pulsed transmitter output signal a modulator unit shifts or delays, respectively, individual signal edges in proportion to a signal defined by an additionally provided modulation signal generator towards earlier or later points of time.
30. Method according to Claim 29,
characterized in that said modulator unit (4) comprises a delay control means for analyzing the transmitter output signal and for controlling a delay circuit, which causes the shift or delay, respectively.
31. Method according to Claim 30,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said delay circuit comprises a flip-flop circuit.
32. Method according to any of the Claims 19 to 31,
characterized in that said transmitter (1) comprises a PLL means.

33. Method according to Claim 32, **characterized** in that the modulation variation of said modulator unit is covered by the control range of the PLL means of said transmitter (1).
34. Method according to any of the Claims 19 to 33, **characterized** in that data coding is performed by means of pseudo random noise in addition to the modulation by said modulator unit (4).
35. Method according to any of the Claims 19 to 34, **characterized** in that a controller (5) is provided in said receiver (3), which controls the receiver (3) in synchrony with the modulation by said modulator unit (4) in said transmitter (1) or at any optional site along said transmission circuit (2), such that the received signal in the receiver (3) can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) can be executed optionally via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).
36. Method according to any of the Claims 19 to 35, **characterized** in that an additional transmission circuit is provided between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3), via which an additional synchronization signal is transmitted for controlling the modulation of said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The invention relates to a device for and a method of low-interference signal transmission and of a digital signal in particular from a transmitter to a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or contact-free transmission circuit, particularly in revolving transmitters.

The inventive system is distinguished by the provisions that a modulator unit (14) modulates the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or the transmitter output signal at any optional site in the transmission circuit (2) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, such that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of said transmitter (1) and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without substantially increasing the bandwidth of the signal.

- 3a -

From the European Patent EP 0 163 313 A2 a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system are known. Here a solution is involved which comprises components which are to be found nowadays in any personal computer. Here a generator is involved which spreads the spectrum of signals. For the transmission of signals between spatially separate transmitters and receivers which are preferably mobile relative to each other this solution is not suitable.

A device in accordance with parts of the aforescribed solution is known from the European Patent EP 0 505 771 A1. There the output signal spectrum of the transmitter is spread and thus the spectral power density of the transmitter output signal is reduced. This solution so to speak compresses the signals, thus shifting them along their length. In this way the signal bandwidth is even substantially varied. The problem solved by the solution described in the following, however, consists in the provision of a device for and a method of low-interference signal transmission of a signal, wherein the available signal bandwidth is not changed or only changed insubstantially.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
 United States Patent and Trademark
 Office
 Box PCT
 Washington, D.C.20231
 ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 25 August 1999 (25.08.99)	
International application No. PCT/DE98/03811	Applicant's or agent's file reference SR 97/05 PCT
International filing date (day/month/year) 31 December 1998 (31.12.98)	Priority date (day/month/year) 31 December 1997 (31.12.97)
Applicant LOHR, Georg	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

22 July 1999 (22.07.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
 34, chemin des Colombettes
 1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

R. Forax

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Device for Low-Interference Signal Transmission

DESCRIPTION

Field of the invention

The present invention relates to a device for or a method of improving the electro-magnetic compatibility (EMC) of data circuits and of digital data circuits in particular.

Prior Art

The applications of digital data circuits are continuously expanding. In the majority of cases the digital signal transmission presents significant advantages over analog signal transmission. The costs of high-speed data channels are reduced by the development of new transmission techniques. The width of the individual channels has become very inexpensive so that multiplexing of several low-rate signal circuits to form a single high-speed signal circuit is often the most economic solution. This has been implemented particularly in high-rate revolving connectors.

The conventional solution for the transmission of high data volumes from rotating parts to stationary parts has been the parallel application of a large number of slip ring paths. This resulted in a solid structure of a very high weight, which incurred high costs. Even though mechanical slip rings are particularly well suitable for energy transmission they present some significant disadvantages for the transmission of huge data quantities, such as a restriction of the bandwidth, contact noise and failure.

Due to the large number of circuits having a data transmission capacity close to the physical limits of the contacting slip ring paths service life and maintenance were a main concern. The new contact-free high-rate circuits overcome all these problems

and permit a maintenance-free service life with a maximum quality in transmission and with an almost unrestricted bandwidth.

A very important aspect not only in the application of contact-free high-rate circuits but of any electronic device is the electromagnetic compatibility. Electromagnetic emissions are most critical in wire-based circuits and in unshielded revolving connectors, but even transmitters, receivers and amplifiers in circuits based on optical fibers may emit electromagnetic fields.

Brief description of the invention

The present invention describes how the electromagnetic compatibility (EMC) is dependent on the emitted signals, particularly in high-speed data circuits, and how these signals may be varied in such a way that the electromagnetic emissions will be minimized. The inventive device or the inventive method, respectively, are equally essential for the application of contact-free high-speed data circuits particularly in very large open units such as those designed for computer tomographs (CT scanner means).

In correspondence with prior art optional signals and digital signals in particular are transmitted in the base band or in a modulated form, predominantly in the form of more or less steep-edged rectangular signal strings. These signal strings present a distinct wide line spectrum as a function of the respective coding. This spectrum may result in interfering radiations already in closed or shielded systems, particularly, however, in open systems such as revolving transmitters, which interfering radiation may exceed the limits defined in the common EMC standards. In this respect contact-less open transmission systems such as those employed for linear transmission or revolving transmission are particularly problematic. Leakage line systems are explicitly affected by this effect, too.

For a reduction of the noise level various provisions have become known. For instance, low-pass or even band-pass filtering is suitable to restrict the transmitted frequency range. This is, however, possible with difficulties only, especially in wide-

band transmission systems such as transmission at 200 MBaud. For instance, a minimum bandwidth of 140 MHz is required for a 200 MBaud circuit. Another provision is the reduction of the transmitted signal level. This results, however, in a worse signal-to-noise ratio and hence also in an impairment of the bit error rate in digital systems. With the provisions in correspondence with prior art it is possible with difficulties only to improve the EMC characteristics of such a transmission circuit without impairment of the transmission properties as such.

The present invention is therefore based on the objective of configuring a digital transmission circuit, particularly a contact-free revolving transmission circuit, in such a way that the emitted noise level may be reduced in the sense of the current EMC standards, without a corresponding impairment of the quality in transmission.

This problem is solved with the provisions defined in Claim 1. In accordance with the invention the transmitted line spectrum of the signal is spread by modulation of the transmission cycle in such a way that the gaps between the individual spectral lines are filled and hence the mean spectral power density is reduced. An inventive system consists of a transmitter in correspondence with prior art, which comprises a clock generator, as well as an additional modulator unit which controls the transmitter or the clock generator thereof, respectively, or the transmitter output signal to an optional site in the transmission circuit in such a way that the spectrum will be spread. Such a control may be a phase or even frequency modulation, for instance. Amplitude-modulating or other modulating techniques are conceivable as well, however. Furthermore, an additional controller is provided which provides the modulator unit with the modulation signal.

The invention is unambiguously distinguished from a modulation technique for improvement of the EMC characteristics of an integrated circuit, which is known from prior art from a publication by the company of IC Works, 3725 North First Street, San José, CA, U.S.A. of March 1997, entitled "Spread Spectrum Clock Generator". This prior art reference relates to the improvement of the EMC properties in computer board, but not in transmission circuits.

Influence of spectral spreading on EMC characteristics

The general term "Electromagnetic Compatibility (EMC)" is hard to define. Here reference is made to the very general CISPR 11 standard which defines limits for the maximum emission of electromagnetic energy and which specifies the suitable measuring techniques. This standard determines a measurement of emitted emissions in the frequency range of 30 MHz to 1 GHz. The emitted power is measured in 120 kHz steps with a bandwidth of 120 kHz. It is not definitely necessary in the application of a spectral spreading technique to have a uniformly distributed wide-band spectrum; what must be duly considered is only the fact that the same amount of energy is supplied to each 120 kHz range. This can be achieved with a wide-band signal or an individual narrow-band peak in this range. For the majority of applications the spreading of this spectrum in lines having a spacing of 120 kHz or a safety spacing of 100 kHz from each other constitutes the most inexpedient solution. A further spreading of this spectrum requires the introduction of very small frequency variations in the data stream. In some applications, these modifications occur naturally, e. g. when "real data" such as video signals is transmitted. However, provisions should be made to ensure that in extreme situations, e.g. when the video signal is deactivated and only digital zeros are transmitted, the spectrum is spread to a sufficient width so as to comply with the EMC specifications.

In the application of high-speed digital data circuits substantial provisions must be made to ensure that the requirements of the international EMC regulations will be satisfied. With data rates of a few hundreds to a few thousands of MBaud, the basic frequency comes under the range of common transmission, broadcasting and television bands. For a general reduction of interference it is better to transmit the information in one wide-band signal with a homogeneously distributed low spectral power density rather than information including a few discrete high-power spectral lines.

The invention describes how commonly applied digital data circuits can be modified in such a way that the spectrum undergoes a significant spreading.

There are two supplementing techniques available to achieve this. The first technique is the appropriate coding of the digital signal. The further technique is some kind of frequency modulation. This frequency modulation can be implemented anywhere throughout the circuit without influencing the transmitter or the receiver.

In accordance with the invention the conventional data coding is expediently continued for an optimization of the EMC characteristics.

Spreading of the carrier signal (data cycle signal) of the transmitter

In the transmitter the development of the data flow in time can be simply controlled by controlling the transmitter carrier signal. This requires a direct access to the transmitter carrier signal. One conventional solution is the substitution of a newly modulated oscillator for the standard quartz oscillator unit in the same unit.

In a particularly expedient embodiment of the invention the modulation unit is so configured that it subjects the cycle frequency of the clock generator of the transmitter to frequency modulation in correspondence with the modulation signals of the controller. Such a configuration is particularly simple to implement in engineering terms by providing a VCO in the frequency-determining element of the clock generator, which varies the frequency of the clock generator as a function of the control voltage applied thereto. The control voltage of this VCO is predetermined by the controller. When the controller now furnishes a low-frequency signal the frequency of the clock generator of the transmitter varies with the cycle of this signal, too, and hence it is frequency-modulated.

Frequency modulation

Frequency modulation is the direct approach for spreading the spectrum. Serial standard transmission circuits such as TAXIchip® or Hot-Link® tolerate a static variation from the cycle frequency by $\pm 0.1\%$. To observe the limits set for quartz oscillator tolerances the maximum frequency variation should be less than 10^{-4} . As the spreading of spectral lines does not furnish an advantage below 100 kHz, as has

been set out in the foregoing, the minimum data rate f_{Dmin} for low-rate frequency shifts is as follows:

$$f_{Dmin} = \frac{100 \text{ kHz}}{10^{-4}} = 1 \text{ GHz} \quad (6)$$

based on the formula

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{n_{Frame}} \quad (3)$$

wherein n_{Frame} indicates the number of bits in data blocks, f_{Data} signifies the data cycle frequency, and f_{Min} represents the lower frequency limit.

This shows that low-speed frequency shifts do not furnish any improvements at data rates below 1 GBaud.

Phase modulation

Phase modulation is simply achieved by insertion of a controlled electrical delay into the carrier signal (or clock signal, respectively). A low frequency of phase modulation can be automatically controlled in timing by the receiver PLL but it does not result in a significant spreading of the spectrum. A very high frequency phase modulation produces the desired effect on the spectrum but its behavior is comparable to an additional synchronization interference on the receiver input.

In another expedient embodiment of the invention the modulator unit is arranged downstream of the signal-processing and modulating stages of the transmitter so that it can directly modulate the output signal of the transmitter.

Modulation of the data stream

In accordance with the present invention, the spectrum can also be spread by modulating the transmitter output signal (or the data stream, respectively). The

modulation or modification of the transmitter output signal (or the data stream, respectively) as such presents a great advantage over the modification of the transmitter carrier signal (or the transmitter data cycle signal, respectively). A modification in the transmitter as such is not required. The transmitter output signal (or the data stream, respectively) can be modified anywhere in the transmission circuit. Hence this system does not demand any modification of the transmitter design, which allows for low development costs and a smooth integration into existing designs.

In a further expedient embodiment of the invention the transmitter comprises a delay circuit controllable by the control generator, which delays isolated pulses or even only signal edges of the output signal in proportion to a low modulation frequency predetermined by the control generator. In the sense of the invention the term "transmitter" is to be understood to denote the combination of all units which process and combine data, signals or cycles in such a way that they can be transmitted via the transmission circuit as such. For the purposes of the present invention it is irrelevant whether this delay is achieved in the clock generator of the transmitter or in a subsequent stage or even as late as in a driver circuit for the transmission circuit.

Phase-shift technique

The best way to modify an existing data stream without any influence on the data transmitter hence consists in the adoption of a controlled delay. The data stream is supplied to a delay controller means which analyses the data stream and generates a control signal V_p for the controlled delay circuit. This circuit delays the data stream for an interval defined by V_p . An almost static delay, which has been modulated by a low frequency, corresponds to a phase modulation. This type of phase modulation produces only a minor effect on the width of the spectrum. In phase modulation the width of the spectrum is largely independent of the modulation frequency. Therefore the modulation angle must be increased for spreading the spectrum. A higher modulation requires specific circuits including memory elements, and this can no longer be implemented by means of plain delaying elements. Some kind of frequency modulation is more expedient here. Frequency modulation is a special case of phase modulation with phase angles integrated versus time.

Furthermore, the phase shift can be expediently implemented by a clock regeneration technique.

In addition to the modulation by a modulator unit, data coding by means of pseudo-random noise can be expediently implemented.

In correspondence with another expedient embodiment of the invention a controller unit is provided in the receiver which controls the clock generator of the receiver in synchrony with the modulation of the transmitter. This synchronization can be optionally performed via a signal which is jointly available to the transmitter and receiver sides, such as the network frequency.

In a further expedient embodiment of the invention a controller unit is provided in the receiver, which, in the event of modulation of the frequency of the clock generator of the transmitter, controls the clock generator of the receiver in synchrony with this modulation so that the received signal can be processed further in the receiver in non-modulated form.

An another expedient embodiment of the invention an additional signal is transmitted in parallel with the transmission circuit between the transmitter and receiver sides for controlling the modulation. On account of this additional signal now a demodulation can be performed in the receiver, which is synchronized with the modulation in the transmitter.

Brief description of the drawing

For an explanation of the invention Figures are attached wherein:

Fig. 1 shows an inventive system;

Fig. 2 illustrates the noise spectrum of a typical transmission circuit with 190 MBaud in the base band;

- Fig. 3 shows the noise spectrum of the transmission circuit according to Fig. 2, with a frequency modulation of the clock generator;
- Fig. 4 illustrates a 200 MBaud 1010-PCM signal (upper graph) and a bit cycle signal (lower graph);
- Fig. 5 represents the spectrum from 9 to 1 GHz of a 200 MBaud 1010-PCM signal;
- Fig. 6 shows a 200 MBaud PCM signal with 10000100 pattern (upper graph) and bit cycle signal (lower graph);
- Fig. 7 illustrates the spectrum from 9 to 1 GHz of a 200 MBaud PCM signal(10000100);
- Fig. 8 shows the spectrum of a normal 200 MBaud PCM signal (narrow graph) and a 2009 MBaud PCM signal with frequency-modulated bit clock signal (wide graph) at an indicated center frequency of 100 MHz and a spacing by 10 MHz;
- Fig. 9 is an illustration of the 200 MBaud signal in Fig. 8 (upper graph) with frequency-modulated bit clock signal (lower graph);
- Fig. 10 shows a 200 MBaud PCM-PN7 spectrum (pseudo noise with 128 bit pattern length) having a peak amplitude of -36 dBm and a line spacing by 1.56 MHz;
- Fig. 11 illustrates a 200 MBaud PCM-PN15-spectrum (pseudo noise with 32768 bit pattern length) having an amplitude of -60 dBm and a line spacing by 6.1 KHz;

- Fig. 12 shows a 200 MBaud PCM-PN17 spectrum (pseudo noise with 131072 bit pattern length) having an amplitude at -54 dBm and a line spacing by 1.5 KHz;
- Fig. 13 shows a random coding (upper three graphs) and decoding (lower three graphs), with coding being realized by an exclusive-OR linking of the data with a pseudo noise string;
- Fig. 14 illustrates a controlled phase shifter means;
- Fig. 15 shows a 200 MBaud PCM basic frequency at 100 MHz (narrow peak) and the spectrum of a phase-modulated signal with 6.28 rad at 10 KHz (wide peak);
- Fig. 16 illustrates a 200 MBaud PCM basic frequency at 100 MHz (narrow peak) and the spectrum of a frequency-modulated signal with 1 MHz (wide peak);
- Fig. 17 is a graph of a plain frequency-modulated signal;
- Fig. 18 illustrates a doubled spectrum;
- Fig. 19 shows an FM-spread spectrum at a low frequency shift;
- Fig. 20 shows an FM-PCM signal (upper graph) and a bit clock signal (lower graph) with a low frequency shift;
- Fig. 21 illustrates a modulation by means of cycle regeneration;
- Fig. 22 is a view of a 200 MBaud 1010 PCM signal spectrum from 9 to 1 GHz;

- Fig. 23 is a view of a 200 MBaud 1010-PCM signal spectrum with 8B/10B coding from 9 to 1 GHz;
- Fig. 24 is a view of a 200 MBaud 1010-PCM signal spectrum with 8B/10B coding and FM from 9 to 1 GHz, and
- Fig. 25 is a view of a 200 MBaud 1010-PCM signal spectrum with pseudo-random coding from 9 to 1 GHz.

Description of embodiments

Fig. 1 shows an inventive system consisting of a transmitter (1) which is connected to the receiver (3) via the transmission circuit (2). The transmitter (1) includes a modulator (4) and is controlled via the controller (5). By means of this controller now the modulation signal for modulating the signal of the transmitter or the frequency of the clock generator, respectively, is generated in such a way that the spectrum of the output signal, which is transmitted via the data channel (2), will be spread. For receiver circuits corresponding to prior art a slight modulation, particularly a frequency modulation of the transmitter signal, is no problem. The modification of the frequency, particularly at a low modulation frequency, is finely controlled, without any problem, by the PLL provided in the receiver for data and cycle reconstruction.

Fig. 2 shows the spectrum measured in an absorber hall, which is emitted by a transmitter corresponding to prior art via the data circuit (2).

Fig. 3 shows the spectrum of an inventive system wherein the control generator is employed to modulate the signal of the transmitter with a frequency shift by 2 MHz. As a result, also spectral fractions fall into the gaps between the spectral lines. With the same output signal amplitude the power density in the individual frequencies is hence reduced. The reduction of the maximum amplitude ranges at 16 dB approximately.

Frequency spectrum of digital signals

Like in almost any digital data link the data stream is present in the PCM format, which means that only two digital levels - i.e. zero and one - are present. The information is contained in the presence of zeros and ones in defined time windows. For a signal with alternating zeros and ones the wave shape corresponds to a symmetrical rectangular wave (Fig. 4) having a frequency corresponding to half the bit cycle rate.

Such a signal presents the commonly known spectrum illustrated in Fig. 5.

What appears is only odd harmonics with a linearly decreasing amplitude. Even harmonics occur only if the signal is non-symmetrical. When the signal has other patterns with wider time intervals of zeros and ones, like the signal in Fig. 6, side bands appear in the spectrum with offsets by multiples of the frequency components of these longer time intervals. This leads from a plain needle spectrum to a multiply diversified spectrum such as that illustrated in Fig. 7.

When a great number of different patterns is present, e.g. in different combinations, the spectrum undergoes an ever-increasing diversification. For the majority of digital signals the average electrical power of the data is constant. In a measurement over a fairly long time interval the numbers of zeros and ones are approximately equal. For instance, the mean power P_{Mean} of a random binary signal is the mean power of zero P_0 and one P_1 :

$$P_{Mean} = \frac{1}{2} \cdot (P_0 + P_1) \quad (1)$$

In a spectral representation of the total of all amplitudes A_i of the spectral lines this total must therefore equal this value:

$$P_{Mean} = \sum_i A_i \quad (2)$$

Reduction of the spectral power density

In our first example (Fig. 4) with the pattern 1010 high energy levels are present at the base frequency of the signal and its harmonics. If the signal is spread to additional frequencies the energy of the individual spectral lines must be reduced because the total energy is constant. Hence the unrestricted spreading of the bandwidth results theoretically in unlimited low energy densities. In practice, however, there are some restrictions.

Even though bandwidths are not very expensive unrestricted bandwidths are expensive. A good design of a data circuit thus does hence not employ much more bandwidth than is necessary for the transmission of the information. But even the filling of the gaps between the spectral lines would furnish a substantial improvement. For an optimization of a data link the coding and the shaping of a signal should be made in such a way that an additional bandwidth will not be necessary and that instead of individual spectral lines a constant power spectrum with frequency-independent power densities is present. Fig. 8 illustrates a typical needle spectrum of a 1010 signal and with the second graph of the spectrum of the same signal, which has been modified for a wider bandwidth with a 2 MHz frequency modulation (FM). Fig. 9 shows the same signal and its clock signal in the time window of an oscilloscope. There is no significant difference between these two signals.

This shows that the EMC characteristics of a digital link can be significantly improved by a slight modification of the signal. In the following, different techniques will be described for spreading the spectrum.

General Data coding schemes

Data is usually packaged in blocks containing an additional block and error verifying bits. These additional bits are equally required for synchronizing the data receiver with the transmitter. A defined coding such as 8B/10B is often used for execution of these tasks. In this way an extremely long data stream composed of nothing but zeros and ones would never occur. Typical blocks including synchronization and error correction bits have sizes of n_{Frame} of roughly 10 to 20 bits. This provides a lower fre-

quency restriction and a spacing of the spectral lines with the block repetition rate even if the data contains nothing but zeros and ones. At a data cycle rate f_{Data} the lower frequency limitation f_{Min} and the minimum spacing of the spectral lines correspond to:

$$f_{Min} = \frac{f_{Data}}{f_{Frame}} \quad (3)$$

As a rule, the data is additionally coded to ensure freedom of continuous current and to increase the redundancy for a plain error detection. Both data packaging and coding enable the spreading of the spectrum. A low packaging density results in a comparatively high packaging repetition rate and therefore in a moderate spreading of the spectrum. For instance, at a data cycle signal rate of 200 MHz, a 10-bit block furnishes a spectral line spacing of:

$$f_{Min} = \frac{200 \text{ MHz}}{10} = 20 \text{ MHz} \quad (3)$$

This means that not only spectral lines occur in the spectrum at 100 MHz, 300 MHz, 500 MHz, etc., but also additional lines spaced at 20 MHz. This furnishes five times as many spectral lines at a mean reduction of power by 7 dB. Such coding alone is not sufficient for an efficient EMC improvement.

Pseudo-random patterns

A data stream including a random succession of zeros and ones results in a very homogeneous spectral distribution. In theory, an unlimited random succession would result in a perfect spreading spectrum having a constant spectral power density. It is inexpedient that such a data stream cannot contain the desired information. In an approach to a solution to this problem it is possible to employ deterministic pseudo-random patterns. These patterns consist of a predetermined reproducible string of bits. As a rule, the length of these patterns is determined. These patterns are re-

ferred to as pseudo-random patterns because, at the first glance, they look like a random string even though they yet present a determined succession and can be predicted. A genuine random succession can never be predicted.

Influence of the pattern length on the spectral density

Pseudo-random patterns used in practical applications have a restricted pattern length. After the emission of n_p bits the same pattern is repeated. The reasons for short patterns are limited memories for storing the patterns and a simpler synchronization. A long pattern and therefore a low pattern repetition rate furnish low frequency components in the signal and therefore lead to a narrow spacing of the spectral lines. The minimum spacing Δf of adjacent spectral lines is reciprocally proportional to the random pattern length n_p :

$$\Delta f = \frac{f_D}{n_p} \quad (5)$$

Thus a long pattern length is desirable for a small spacing of the spectral lines. The influence of the pattern length is illustrated in Figures 10, 11 and 12.

In Fig. 10 the spectral lines are spaced by 1.56 MHz whilst their amplitudes amount to -36 dBm. If, as is shown in Fig. 11, a longer code string is selected, with the pattern length being 256 times as long, the spectral lines are spaced by 6.1 KHz. This is below the resolution of the spectral analyzer which displays a straight line. The amplitude of the spectral lines (which is identical with the amplitude of the line) amounts to -609 dBm, which corresponds exactly to 1/256 of the previous amplitude of -36 dBm. In Fig. 12 a pattern length is applied which is four times the previous length, which results in a signal amplitude four times smaller (-6 dB).

Application of prior art pseudo-random patterns

A plain approximation for very short pseudo-random strings is a coding scheme such as the commonly applied 4B/5B or 8B/10B coding. Here 8 bit binary numbers are encoded in a string of 10 varying bits. In this manner a long succession of zero bits

will not derive even from a zero. These patterns produce a slight spreading effect but they furnish a more homogeneous spectral distribution.

Moreover, a highly common application of pseudo-random patterns are bit error rate tests where the wide-band spectrum of these patterns allows for a complete check of the entire transmission system.

Static patterns

The mostly serial transmitters operate on a blank character if there is no data to be transmitted. This blank is an unambiguous pattern which enables the identification "no data" and furthermore permits the synchronization of the receiver with the transmitter clock signal. Only one kind of blank pattern is usually present. If over prolonged periods of time no data is transmitted only this pattern is transmitted via the circuit. It presents the same length as a standard data word and has therefore a comparatively high lower frequency and a spacing of the spectral lines which derives from the equation (5). Such patterns do usually not present a straight distribution of their spectral lines. Consequently, a high-speed data link may display excellent EMC characteristics when real data is transmitted. But as soon as the transmission is terminated and a blank is transmitted the EMC characteristics are strongly impaired. These static patterns are the most inexpedient case of electromagnetic emission or transmission, respectively. If a transmission of these patterns cannot be avoided over a prolonged period of time the EMC measurements should be made under these conditions.

In the definition of a sound system such static patterns should be avoided by all means. This may be achieved by the transmission of varying receiver blanks or by the emission of a pseudo-random string signaling the blank character state. Even a long string of zero codes may be accepted provided that this string is coded with a pseudo noise signal having a long pattern length.

Inventive method of spreading the bandwidth

As has been described in the foregoing, there are different approaches for spreading the spectrum. The best effect on the electromagnetic emission is achieved when at least two methods are applied which complete each other. A very good combination is a pseudo noise data coding together with some kind of modulation of the data variation in time. The data variation in time can be modulated in different ways. One approach is the modification of the original data cycle signal at the transmitter end. Another way is the modification of the variation in time of the data stream as such.

Data coding

As has been set out in the foregoing, the data stream should have the appearance of a random string for optimization of the EMC characteristics. Real data very often displays random characteristics. In measuring signals or video image signals a certain noise always occurs which contributes also the random characteristics. In other cases the coding of the data stream with a random string would furnish a desired result. This coding is very easy to implement. When data is transmitted in large blocks each block may be subjected with a given random string to an exclusive-ORing process (Fig. 13). Now the transmitted signal has the appearance of a random signal. Even in the worst case of a string of zeros or ones the signal looks like a random signal.

The receiver can reconstruct the original data as the original data block by the exclusive-ORing of the block with the same random string. In an alternative, the signal may be supplied to a traditional pseudo random generator which may be based on shift registers with feedback.

There are certain situations which should be focused on. The majority of data parallel-serial converters present a defined "no data" signal which enables these converters to synchronise in the case of missing data. If the parallel-serial converter is not supplied with data it will continuously transmit this short data word which consists normally of a succession of 10 to 20 bits. This signal results in a very broad frequency line spacing and therefore in very bad EMC characteristics. Therefore one

should avoid by all means that a static pattern is pending for transmission. To prevent this situation data must be supplied to the parallel-serial converter. This may be done by means of a simple software modification. Instead of not transmitting data the same blocks may be transmitted which are used for data but which are filled with zeros or a few other patterns which can be identified as "no data". When the stream of zeros is subjected to an exclusive-OR combination with the random pattern this furnishes a perfect random pattern in the data link and therefore the best EMC characteristics. Following the exclusive OR combination with the random pattern the stream of zeros can be easily identified as "no data" on the receiver side.

As has been set out in the foregoing, the spacing of the spectral lines is reciprocally proportional to the pseudo random pattern length. The minimum spacing of the spectral lines can be computed by the equation (3). The data coding operation should be completed by the application of a technique of modulating the variation in time. When very long code strings are not employed a data coding technique is best suitable to furnish a rough spreading whereas a modulation of the variation in time is best suitable to result in a fine spreading.

Spreading of the data cycle signal

In the introduction both the frequency modulation and the phase modulation have been described.

For achievement of an improvement for lower data rates in case of frequency modulation the cycle must be shifted by more than the permissible 10^{-4} . This can be achieved by synchronous shifting of the transmitter and receiver cycle. For execution of this shift a low-frequency message transmission must be provided between the transmitter and the receiver. Such an information can be transmitted via an additional low-frequency line or, in the case of revolving connectors, through a conventional slip-ring circuit. In such a case noise and bandwidth are not critical. Another approach is the application of some signals which are already jointly available, like in the case of an AC energy circuit for modulating the synchrony between the transmitter and receiver cycles. Hence an additional signal is not required.

Better results can be achieved with a modulation of the clock signal with a very high frequency proportional to time. The modulation should be very fast so that the receiver PLL cannot follow the frequency variations. If the overall phase shift is too large the receiver may lose data. In such a case a similar technique may be applied such as that described in the introduction with respect to the phase shift technique. This solution should be generally matched with the link and its actual data cycle rate.

The modulation of the data stream and the phase shift technique have been presented in the introduction. Fig. 14 shows the block diagram of the circuitry for the phase shifting technique.

Fig. 15 illustrates a phase-modulated signal with a 6.28 rad modulation at 10 KHz. This phase shift by 6.28 rad corresponds to a complete period.

Fig. 16 shows some kind of frequency modulation with a frequency modulation at 1 MHz. The frequency modulation is a special case of a phase modulation with phase angles integrated versus time.

A simple example of such a frequency-modulated signal is shown in Fig. 17.

The input signal presents a constant cycle rate. This means that all time intervals $t_n - t_{n-1}$ have the same width. In the case of a controlled delay circuit the clock signal variations by the times t_0, t_2, t_4, t_6, t_8 do not present any delay whereas the variations by the times t_3, t_7 display a small positive delay Δ and the variations at the points of time t_1, t_5 show a small negative delay $-\Delta t$. As a consequence, the first clock signal cycle T_1 is longer than the second clock signal cycle T_2 . Hence T_1 can be expressed by the following formula:

$$T_1 = T_2 + 2 \times \Delta t \quad (7).$$

For this reason, the basic frequencies of both clock signal cycles are equal:

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2 + 2 \cdot \Delta t} \quad (8)$$

$$f_2 = \frac{1}{T_2} \quad (9)$$

Now the number of the spectral lines has been doubled (Fig. 18).

For a further increase of the number of spectral lines it is possible to introduce additional frequencies f_1 and f_2 . To achieve this it is only necessary to vary the delay Δt in correspondence with the equations (8) and (9).

To this end the delay control means is controlled by an additional modulation generator which forces the delay control means to go through all delays between Δt_{\min} and Δt_{\max} at a very low frequency. Thus the spectral lines between f_1 and f_2 are filled, as is illustrated in Fig. 19.

On account of the very small additional delays the signal behaves like a signal with additional low synchronizing interferences (jitters) (cf. Fig. 20). This additional jittering presents two spectral components which must be considered. Initially, the high-frequency modulation behaves like a real jitter. It takes an influence on the link properties. For contact-free revolving connectors, however, which present a 5% jitter, an additional modulation jittering of 5% is acceptable. The majority of digital link receivers accept 20% jittering without any impairment. Secondly, the low-frequency component of the modulation generator is so selected that a period is slightly shorter than the period of the integration of the EMC measurement. For measurements in compliance with CISPR 11 the period lasts for 10 ms. Hence the modulation frequency should be higher than 100 Hz. This low frequency is eliminated by all receiver PLLs.

Cycle regeneration technique

Another approach to modify the spectral characteristics of the data stream is the use of a complete synchronization (re-timing) circuit. Fig. 21 shows the fundamental mode of operation. The data stream is supplied to a PLL circuit for recovery or regeneration of the data cycle. This regenerated clock signal is supplied to a synchronization (re-timing) circuit for the data stream. An additional modulation generator means varies the PLL frequency for modulating the data stream.

This circuit displays a behavior similar to the properties of the aforescribed circuit but it performs additionally a synchronization (re-timing) and therefore a reduction of jittering in the data stream. There are two possibilities available for controlling the PLL. The first opportunity is modification of the digital PLL output signal and the introduction of additional delays. Another possibility consists in controlling the VCO by means of an analog signal. For implementation of this concept the VCO could be initially supplied with a small negative pulse which is supplied to the control voltage thereof, and after one or several periods the VCO is supplied with a small negative pulse having the same amplitude. This results in a rapid transient frequency variations which is so rapid per se that the PLL as such cannot respond thereto.

Like in the case of cycle modulation additional jittering is introduced into the data stream.

Measurements on modified digital signals

Some final measurements show the benefit of a PCM signal with spread spectrum. Fig. 22 illustrates the worst case of a 1010 PCM signal at 200 MBaud. Here the peak value of the amplitude at 100 MHz is equal to -14.7 dBm. When a genuine 8B/10B coded signal is employed the spectrum has the appearance shown in Fig. 23. In this example now the maximum amplitude corresponds to -20.6 dBm while the minimum spacing of the spectral lines amounts to 20 MHz. On account of the short-length coding this spectrum does not present a homogeneous spreading. It does not display a constant power density, which would be desirable, but on the other hand it presents some peak values with intermediate zeros. However, even this configura-

tion furnishes an improvement by approximately 6 dB as compared to the worst case of a 1010 signal.

When frequency modulation is performed on the 8B/10B signal the spectrum according to Fig. 24 is obtained. Now the maximum amplitude equals -25.3 dBm, with a further improvement by 5 dB. Here the frequency modulation fills only the gaps between the 8B/10B signal spectral lines but it is not suitable to smooth the spectrum. The coding with a long pseudo noise string having a pattern length of 128 bits furnishes a very uniform spectrum presenting a maximum amplitude of -32.5 dBm, as is shown in Fig. 25. The measured values confirm the theoretical considerations. Some variations are caused by restrictions and simplifications of the theoretic model.

PATENT CLAIMS

1. System for low-interference signal transmission of a signal and particularly of a digital signal from a transmitter to a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit, particularly in revolving transmitters,
characterized in that a modulator unit modulates the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter or the transmitter output signal at any optional site in the transmission circuit independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, such that the output signal spectrum of the transmitter will be spread and hence the spectral power density of the transmitter output signal will be reduced.
2. System according to Claim 1,
characterized in that the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter or the transmitter output signal is modulated at any optional site of the transmission circuit, independently of the transmission cycle, in such a way that the line spectrum of the transmitter output signal will be spread so as to reduce the mean spectral power density by filling the gaps between the individual signal lines.
3. System according to Claim 1 or 2,
characterized in that a controller serves to control said modulator unit.
4. System according to any of the Claims 1 to 3,
characterized in that the transmitter comprises a clock generator.
5. System according to Claim 4,
characterized in that said modulator unit controls said clock generator appropriately for spreading the line spectrum.

6. System according to Claim 5,
characterized in that said modulator unit subjects the cycle frequency of said clock generator to frequency modulation.
7. System according to Claim 6,
characterized in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.
8. System according to Claim 7,
characterized in that said control unit adjusts said VCO.
9. System according to any of the Claims 1 to 8,
characterized in that said modulator unit subjects the signal to be transmitted, which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
10. System according to any of the Claims 1 to 9,
characterized in that said modulator unit subjects said carrier signal of the transmitting means in the transmitter or said transmitter output signal at any optional site along the transmission circuit to frequency or phase modulation, respectively, independently of the modulation technique selected for the purpose of signal transmission.
11. System according to any of the Claims 1 to 10,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal of the transmitter or a pulsed transmitter output signal a modulator unit shifts or delays, respectively, individual signal edges in proportion to a signal defined by an additionally provided modulation signal generator towards earlier or later points of time.

12. System according to Claim 11,
characterized in that said modulator unit comprises a delay control means for analyzing said transmitter output signal and for controlling a delay circuit which causes said shift or delay, respectively.
13. System according to Claim 12,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said delay circuit comprises a flip-flop circuit.
14. System according to any of the Claims 1 to 13,
characterized in that said transmitter comprises a PLL means.
15. System according to Claim 14,
characterized in that the modulation variation of said modulator unit is covered by the control range of said PLL means of said transmitter.
16. System according to any of the Claims 1 to 15,
characterized in that data coding by means of pseudo random noise is performed in addition to the modulation by said modulator unit.
17. System according to any of the Claims 1 to 16,
characterized in that a controller is provided in said receiver, which controls the receiver in synchrony with the modulation by said modulator unit in said transmitter or at any optional site of the transmission circuit such that the received signal in said receiver can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter or said transmission circuit, respectively, and said receiver being adapted for optional implementation via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver.

18. System according to any of the Claims 1 to 17,
characterized in that an additional transmission circuit is provided between said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver for the transmission of an additional synchronization signal for controlling the modulation of said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver.
19. Method of low-interference signal transmission of a signal and a digital signal in particular from a transmitter to a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit, particularly in revolving transmitters,
characterized by a modulation of the signal to be transmitted, of the carrier signal of the transmitting means in the transmitter, or the transmitter output signal at any optional site of the transmission circuit, which is performed by a modulation unit independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, for spreading the output signal spectrum of the transmitter and hence for reducing the spectral power density of said transmitter output signal.
20. Method according to Claim 19,
characterized in that the reduction of the mean spectral power density is performed by filling the gaps between the individual signal lines.
21. Method according to Claim 19 or 20,
characterized by controlling said modulator unit by means of a controller.
22. Method according to any of the Claims 19 to 21,
characterized in that said transmitter comprises a clock generator.

23. Method according to Claim 22
characterized by appropriate controlling of said clock generator by means of said modulator unit for spreading the line spectrum.
24. Method according to Claim 23,
characterized by frequency modulation of the cycle frequency of said clock generator by means of said modulator unit.
25. Method according to Claim 24,
characterized in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.
26. Method according to Claim 25,
characterized by the adjustment of said VCO by means of said controller.
27. Method according to any of the Claims 19 to 26,
characterized in that said modulator unit subjects the signal to be transmitted, which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
28. Method according to any of the Claims 19 to 27,
characterized in that said modulator unit subjects said carrier signal of the transmitting means of said transmitter or said transmitter output signal at any optional site along the transmission circuit to frequency or phase modulation, respectively, independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission.
29. Method according to any of the Claims 19 to 28,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal or said transmitter or a pulsed transmitter output signal a modulator unit shifts or delays, respectively, individual signal edges in proportion to a signal defined by an addition-

ally provided modulation signal generator towards earlier or later points of time.

30. Method according to Claim 29,
characterized in that said modulator unit comprises a delay control means for analyzing the transmitter output signal and for controlling a delay circuit, which causes the shift or delay, respectively.
31. Method according to Claim 30,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said delay circuit comprises a flip-flop circuit.
32. Method according to any of the Claims 19 to 31,
characterized in that said transmitter comprises a PLL means.
33. Method according to Claim 32,
characterized in that the modulation variation of said modulator unit is covered by the control range of the PLL means of said transmitter.
34. Method according to any of the Claims 19 to 33,
characterized in that data coding is performed by means of pseudo random noise in addition to the modulation by said modulator unit.
35. Method according to any of the Claims 19 to 34,
characterized in that a controller is provided in said receiver, which controls the receiver in synchrony with the modulation by said modulator unit in said transmitter or at any optional site along said transmission circuit, such that the received signal in the receiver can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver can be executed optionally via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver.

36. Method according to any of the Claims 19 to 35,
characterized in that an additional transmission circuit is provided between
said transmitter or transmission circuit, respectively, and said receiver, via
which an additional synchronization signal is transmitted for controlling the
modulation of said transmitter or transmission circuit, respectively, and said
receiver.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Digital signal transmitter devices mostly present a distinct wide-band interference spectrum which renders compliance with the presently applicable EMC standards substantially more difficult.

Available provisions for improving the EMC characteristics take an influence on the quality in transmission and on the immunity to interference.

By the inventive method the carrier signal or output signal, respectively, of the transmitter is so modulated that the narrow spectral lines are spread and the spectral power density is reduced.

526 Rec'd PCT/PTO 07 JUN 2000

19th March 2000

Our ref.: SR 97/05 PCT

For inquiries please contact:

Mr. M. Schulz

PCT Application: PCT/DE 98/03811
Applicant: Schleifring und Apparatebau GmbH
Title: Device for Low-Interference Signal Transmission

In response to the Office Action dated December 97, 1999, the enclosed new documents

- New Patent Claims 1 - 36 (substitute sheets 27 - 33)
- new Abstract (substitute sheet 34)
- completion of the discussion of prior art (substitute page 3/1)

are submitted. In the newly submitted documents the Office Action of December 07, 1999 has been duly taken into consideration. The individual items of the Office Action will be commented upon hereinbelow.

In relation to item V.

The prior art document D1 is not considered to reflect the closest-coming prior art on our part. It relates to a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system. The solution presented in reference D1 hence serves to solve a problem different from that underlying the claimed solution. There a generator is involved which spreads the spectrum of signals. Each personal computer is provided with such components. This solution is not suitable for transmitting signals between a transmitter and a receiver which are mobile relative

to each other. This is a fact which supports the fact that this solution cannot be considered to be known in accordance with the introductory clause of Patent Claim 1 of the claimed solution. Our opinion is moreover supported by the general understanding of law according to which the solution of a different problem must already be deemed inventive even when to this end known engineering means are employed.

The introductory clause of the new Patent Claim 1 rather starts out from reference D2 as the closest-coming prior art. The claimed solution is distinguished from D2 by the aspect that in the solution in correspondence with D2 the bandwidth is modified. It compresses, so to speak, the waves and hence shifts them along the length (i.e. the signal bandwidth is even substantially varied).

By contrast, the claimed solution does not vary the bandwidth. The edges of the signal are modified but not the signal. The defined signal bandwidth is not varied either in the claimed solution. With reference to the embodiments illustrated in Figures 23 and 24 of the documents submitted this fact is also clarified. In distinction from the solution according to D2 a frequency modulation technique is applied to fill the gaps so that the bandwidth of the signal is not changed or modified only insubstantially. The inventive solution is hence distinguished from prior art, is novel and involves also the required inventive step because even the combined consideration of the two documents D1 and D2 will not prompt the expert to develop the solution according to the patent application of record, without taking an inventive step.

In relation to item VII.

The prior art documents D1 and D2 are quoted as established prior art references in the introduction to the description and their contents are briefly outlined. At the same time the claimed solution is distinguished with respect to the problem to be solved. In this approach the enclosed substitute page 3/1 is filed. According to our opinion the passage should be inserted on page 3, after the second paragraph, of the originally filed documents.

The features defined in the claims have been completed with reference numerals enclosed in brackets.

In relation to item VIII.

The Patent Claims 1 and 19 have been clarified by incorporating the features "so that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of the transmitter" and "without essentially spreading the bandwidth of the signal" into the characterising clauses of the two claims. This amendment meets, *inter alia*, also the requirement expressed by the Examination Office in this respect.

It is petitioned that the Preliminary International Search Report be established on the basis of the newly filed documents.

Dr. Muenich & Colleagues

Manfred Schulz
European Patent Attorney

Encl.: as mentioned above

Patent Claims

1. System for low-interference signal transmission of a signal and particularly of a digital signal from a transmitter (1) to a receiver (3) spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit (2), particularly in revolving transmitters, **characterized** in that a modulator unit (14) modulates the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or the transmitter output signal at any optional site in the transmission circuit (2) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, such that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of said transmitter (1) and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without substantially increasing the bandwidth of the signal.
2. System according to Claim 1, **characterized** in that the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter or the transmitter output signal is modulated at any optional site of the transmission circuit, independently of the transmission cycle, in such a way that the line spectrum of the transmitter output signal will be spread so as to reduce the mean spectral power density by filling the gaps between the individual signal lines.
3. System according to Claim 1 or 2, **characterized** in that a controller (5) serves to control said modulator unit (4)
4. System according to any of the Claims 1 to 3, **characterized** in that the transmitter (1) comprises a clock generator.
5. System according to Claim 4, **characterized** in that said modulator unit (4) controls said clock generator appropriately for spreading the line spectrum.

6. System according to Claim 5,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the cycle frequency of said clock generator to frequency modulation.
7. System according to Claim 6,
characterized in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.
8. System according to Claim 7,
characterized in that said controller (5) adjusts said VCO.
9. System according to any of the Claims 1 to 8,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the signal to be transmitted, which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
10. System according to any of the Claims 1 to 9,
characterized in that said modulator unit (4) subjects said carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or said transmitter output signal at any optional site along the transmission circuit (2) to frequency or phase modulation, respectively, independently of the modulation technique selected for the purpose of signal transmission.
11. System according to any of the Claims 1 to 10,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal of the transmitter (1) or a pulsed transmitter output signal a modulator unit (4) shifts or delays, respectively, individual signal edges in proportion to a signal defined by an additionally provided modulation signal generator towards earlier or later points of time.
12. System according to Claim 11,
characterized in that said modulator unit (4) comprises a delay control means for analyzing said transmitter output signal and for controlling a delay circuit which causes said shift or delay, respectively.

13. System according to Claim 12,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said delay circuit comprises a flip-flop circuit.

14. System according to any of the Claims 1 to 13,
characterized in that said transmitter comprises a PLL means.

15. System according to Claim 14,
characterized in that the modulation variation of said modulator unit (4) is covered by the control range of said PLL means of said transmitter (1).

16. System according to any of the Claims 1 to 15,
characterized in that data coding by means of pseudo random noise is performed in addition to the modulation by said modulator unit (4).

17. System according to any of the Claims 1 to 16,
characterized in that a controller (5) is provided in said receiver (3), which controls the receiver (3) in synchrony with the modulation by said modulator unit (4) in said transmitter (1) or at any optional site of the transmission circuit (2) such that the received signal in said receiver (3) can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter (1) or said transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) being adapted for optional implementation via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

18. System according to any of the Claims 1 to 17,
characterized in that an additional transmission circuit is provided between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) for the transmission of an additional synchronization signal for controlling the modulation of said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

19. Method of low-interference signal transmission of a signal and a digital signal in particular from a transmitter (1) to a receiver (3) spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or a contact-free transmission circuit (2), particularly in revolving transmitters, characterized by a modulation of the signal to be transmitted, of the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1), or the transmitter output signal at any optional site of the transmission circuit (2), which is performed by a modulation unit (4) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, for spreading the output signal spectrum of the transmitter (1) and hence for reducing the spectral power density of said transmitter output signal.

20. Method according to Claim 19, characterized in that the reduction of the mean spectral power density is performed by filling the gaps between the individual signal lines.

21. Method according to Claim 19 or 20, characterized by controlling said modulator unit (4) by means of a controller (5).

22. Method according to any of the Claims 19 to 21, characterized in that said transmitter (1) comprises a clock generator.

23. Method according to Claim 22 characterized by appropriate controlling of said clock generator by means of said modulator unit (4) for spreading the line spectrum.

24. Method according to Claim 23, characterized by frequency modulation of the cycle frequency of said clock generator by means of said modulator unit (4).

25. Method according to Claim 24, characterized in that said clock generator comprises a VCO as frequency-determining element.

26. Method according to Claim 25,
characterized by the adjustment of said VCO by means of said controller (5).
27. Method according to any of the Claims 19 to 26,
characterized in that said modulator unit (4) subjects the signal to be transmitted,
which is a digital signal in particular, to frequency, phase or amplitude modulation.
28. Method according to any of the Claims 19 to 27,
characterized in that said modulator unit (4) subjects said carrier signal of the
transmitting means of said transmitter (1) or said transmitter output signal at any op-
tional site along the transmission circuit (2) to frequency or phase modulation, re-
spectively, independently of the modulation selected for the purpose of signal trans-
mission.
29. Method according to any of the Claims 19 to 28,
characterized in that in the event of a pulsed carrier signal or said transmitter (1) or
a pulsed transmitter output signal a modulator unit shifts or delays, respectively, indi-
vidual signal edges in proportion to a signal defined by an additionally provided
modulation signal generator towards earlier or later points of time.
30. Method according to Claim 29,
characterized in that said modulator unit (4) comprises a delay control means for
analyzing the transmitter output signal and for controlling a delay circuit, which
causes the shift or delay, respectively.
31. Method according to Claim 30,
characterized in that said delay control means comprises a PLL means and said
delay circuit comprises a flip-flop circuit.
32. Method according to any of the Claims 19 to 31,
characterized in that said transmitter (1) comprises a PLL means.

33. Method according to Claim 32,
characterized in that the modulation variation of said modulator unit is covered by the control range of the PLL means of said transmitter (1).

34. Method according to any of the Claims 19 to 33,
characterized in that data coding is performed by means of pseudo random noise in addition to the modulation by said modulator unit (4).

35. Method according to any of the Claims 19 to 34,
characterized in that a controller (5) is provided in said receiver (3), which controls the receiver (3) in synchrony with the modulation by said modulator unit (4) in said transmitter (1) or at any optional site along said transmission circuit (2), such that the received signal in the receiver (3) can be processed at least without this additional modulation, with the synchronization between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3) can be executed optionally via said modulation signal or even via another signal jointly available for said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

36. Method according to any of the Claims 19 to 35,
characterized in that an additional transmission circuit is provided between said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3), via which an additional synchronization signal is transmitted for controlling the modulation of said transmitter (1) or transmission circuit (2), respectively, and said receiver (3).

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The invention relates to a device for and a method of low-interference signal transmission and of a digital signal in particular from a transmitter to a receiver spatially separate therefrom, which are preferably mobile relative to each other, via a line-bound, a contacting and/or contact-free transmission circuit, particularly in revolving transmitters.

The inventive system is distinguished by the provisions that a modulator unit (14) modulates the signal to be transmitted, the carrier signal of the transmitting means in the transmitter (1) or the transmitter output signal at any optional site in the transmission circuit (2) independently of the modulation selected for the purpose of signal transmission, such that individual spectral fractions spread the output signal spectrum of said transmitter (1) and hence the spectral power density of the transmitter output signal is reduced, without substantially increasing the bandwidth of the signal.

- 3a -

From the European Patent EP 0 163 313 A2 a method of and a device for spectral distribution of the energy emitted by a digital system are known. Here a solution is involved which comprises components which are to be found nowadays in any personal computer. Here a generator is involved which spreads the spectrum of signals. For the transmission of signals between spatially separate transmitters and receivers which are preferably mobile relative to each other this solution is not suitable.

A device in accordance with parts of the aforescribed solution is known from the European Patent EP 0 505 771 A1. There the output signal spectrum of the transmitter is spread and thus the spectral power density of the transmitter output signal is reduced. This solution so to speak compresses the signals, thus shifting them along their length. In this way the signal bandwidth is even substantially varied. The problem solved by the solution described in the following, however, consists in the provision of a device for and a method of low-interference signal transmission of a signal, wherein the available signal bandwidth is not changed or only changed insubstantially.